

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C. 20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 18 May 2000 (18.05.00)	
International application No. PCT/DE99/03204	Applicant's or agent's file reference 12228 PCT
International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)	Priority date (day/month/year) 09 October 1998 (09.10.98)
Applicant DIEHL, Hermann et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

14 April 2000 (14.04.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Kiwa Mpay
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

DAIMLERCHRYSLER AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 30 May 2000 (30.05.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 12228 PCT	
International application No. PCT/DE99/03204	International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☒ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative

Name and Address

PLATZ, Willi
Hamannstrasse 57
D-81739 München
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person ☐ the name ☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence

Name and Address

PLATZ, Willi
Gärtnerstrasse 30
D-80992 München
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

3. Further observations, if necessary:

4. A copy of this notification has been sent to:

<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned
<input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Margret Fourné-Godbersen

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

EADS DEUTSCHLAND GMBH
Intellectual Property Management
Postfach 80 11 09
81663 München
ALLEMAGNE

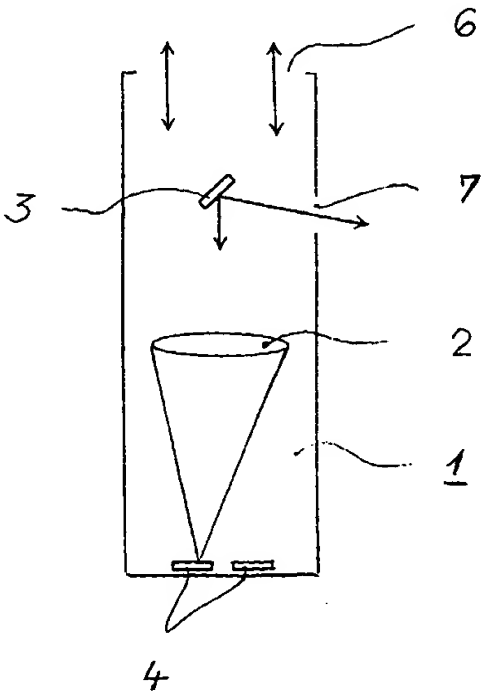
Date of mailing (day/month/year) 19 December 2000 (19.12.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 12228 PCT	
International application No. PCT/DE99/03204	
International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)	

1. The following indications appeared on record concerning: <input checked="" type="checkbox"/> the applicant <input type="checkbox"/> the inventor <input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative									
Name and Address DAIMLER CHRYSLER AG Epplestr. 225 70567 Stuttgart Germany	<table border="1"> <tr> <td>State of Nationality DE</td> <td>State of Residence DE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Telephone No. 089 607 22228</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Facsimile No. 089 608 25560</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Teleprinter No.</td> </tr> </table>	State of Nationality DE	State of Residence DE	Telephone No. 089 607 22228		Facsimile No. 089 608 25560		Teleprinter No.	
State of Nationality DE	State of Residence DE								
Telephone No. 089 607 22228									
Facsimile No. 089 608 25560									
Teleprinter No.									
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning: <input checked="" type="checkbox"/> the person <input checked="" type="checkbox"/> the name <input checked="" type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence									
Name and Address ASTRIUM GMBH 81663 München Germany	<table border="1"> <tr> <td>State of Nationality DE</td> <td>State of Residence DE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Telephone No.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Facsimile No.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Teleprinter No.</td> </tr> </table>	State of Nationality DE	State of Residence DE	Telephone No.		Facsimile No.		Teleprinter No.	
State of Nationality DE	State of Residence DE								
Telephone No.									
Facsimile No.									
Teleprinter No.									
3. Further observations, if necessary: Assignment of the international application has been recorded. Please also note the new address for correspondence as indicated on top of this notification.									
4. A copy of this notification has been sent to: <input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office <input type="checkbox"/> the designated Offices concerned <input type="checkbox"/> the International Searching Authority <input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned <input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority <input type="checkbox"/> other:									

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Margret Fourné-Godbersen Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G01C 21/02, B64G 1/36, G01S 3/786, G05D 1/08		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/22381
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. April 2000 (20.04.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03204 (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Oktober 1999 (05.10.99) (30) Prioritätsdaten: 198 46 690.0 9. Oktober 1998 (09.10.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DAIM- LERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, D-70567 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DIEHL, Hermann [DE/DE]; Günderodestrasse 9, D-81827 München (DE). PLATZ, Willi [DE/DE]; Hamannstrasse 57, D-81739 München (DE). ZINNER, Helmut [DE/DE]; Dr. Mackstrasse 35, D-85540 Haar (DE). GOTTZEIN, Evelyne [DE/DE]; Wirts- breite 22, D-85635 Höhenkirchen (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(54) Title: COMBINED EARTH/STAR SENSOR SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING THE ORBIT AND POSITION OF SPACECRAFT (54) Bezeichnung: KOMBINIERTES ERD-STERNSENSORSYSTEM UND VERFAHREN ZUR BAHN- UND LAGEBESTIMMUNG VON RAUMFLUGKÖRPERN (57) Abstract <p>A combined earth/star system (1) for tri-axial determination of the position of satellites in space, comprising separate apertures with various directions of observation and joint image detectors (4) for the earth and star sensor. A joint optical system (2) for observing the earth and the stars and a deflector mirror (3) for deflecting laterally incident earth light onto the optical system can also be provided. A focal plane sensor with an array of image detectors (4) is located on one focal plane, whereby the integration time can be controlled. An evaluation unit determines the orbit and position of the spacecraft from the position and movement of the stars and the edge of the earth in the focal plane.</p> (57) Zusammenfassung <p>Ein kombiniertes Erd-Sternsensormsystem (1) zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum hat getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer (4) für den Erd- und den Sternsensor. Es kann eine gemeinsame Optik (2) für die Erd- und Sternbeobachtung und ein Ablenkspiegel (3) zur Umleitung des seitlich eintretenden Erdlichts auf die gemeinsame Optik (2) vorgesehen sein. In einer Fokalebene befindet sich ein Fokalebenensensor mit einem Array von Bildaufnehmern (4), wobei die Integrationszeit steuerbar ist. Eine Auswerteeinheit ermittelt aus der Position und Bewegung der Sterne und des Erdrandes in der Fokalebene Bahn und Lage des Raumflugkörpers.</p>			
			

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Kombiniertes Erd-Sternsensordsystem und Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung von Raumflugkörpern

Die Erfindung betrifft ein kombiniertes Erd-Sternsensordsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum, sowie ein Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung von Raumflugkörpern.

Bisher werden für Satelliten mit Erdorientierung Infrarotsensoren zur Bestimmung von Roll- und Nickwinkel und Sonnensensoren zur Bestimmung des Gierwinkels des Satelliten verwendet. Nachteile dieser Lösung sind der hohe Aufwand durch die Verwendung einer Anordnung mehrerer Sonnensensorköpfe, sowie der Wegfall der Gierreferenz bei Ko-Linearität von Erde und Sonne. Darüber hinaus ist zur Auswertung zusätzlich die genaue Kenntnis der Position des Satelliten auf seiner Umlaufbahn erforderlich. Weiterhin beeinflussen Fehler zwischen den Meßachsen von Sonnen- und Erdsensoren, die z. B. durch Ungenauigkeiten beim Einbau oder durch thermische Beeinflussung verursacht werden, erheblich die Qualität der Messung.

Bekannte Sternsensoren liefern eine Drei-Achsen-Lagereferenz in einem Inertialsystem. Zur Erdausrichtung ist auch hier die genaue Kenntnis der Satellitenposition erforderlich. Für derartige Sternsensoren werden heute CCDs verwendet. Wegen ihrer mangelnden Strahlungsfestigkeit ist ihre Verwendung in Bahnen mit hoher Strahlungsbelastung, z. B. für geosynchrone Missionen, nicht geeignet.

Aus der EP 0 589 387 A1 ist ein kombiniertes Erd-Sternsensordsystem bekannt, das über eine einzige Optik sowohl die Stern- als auch die Erdbeobachtung im UV-Bereich ausführt. Zur Durchführung der gemeinsamen Beobachtung ist die Optik als ein Weitwinkel-System mit einem Spiegelsystem ausgebildet. Mit dem bekannten System können wegen den übereinstimmenden Beobachtungsrichtungen bei der Erd- und bei der Sternbeobachtung nur erdnahe Sterne und wegen der gleichzeitigen Auslegung des Sensors auf die starke Erdstrahlung nur Sterne mit hoher Intensität zur Lagebestimmung beobachtet werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein kombiniertes Erd-Sternsensordsystem zu schaffen, das bezüglich der Auswahl der geeigneten zu beobachtenden Sterne nicht eingeschränkt und kostengünstig herstellbar ist. Weiterhin soll ein Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung eines Raumflugkörpers angegeben werden, das eine erhöhte Genauigkeit aufweist und Bordautonomie ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gelöst durch das kombinierte Erd-Sternsensordsystem gemäß Patentanspruch 1 und das Verfahren gemäß Patentanspruch 6. Weitere vorteilhafte Merkmale, Aspekte und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Das erfindungsgemäße kombinierte Erd-Sternsensordsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum hat getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer für den Erd- und den Sternsensor.

Durch die erfindungsgemäße Beobachtung der Erde und Sterne mit verschiedenen Aperturen können auch Sterne der Magnitude 5 bei der

Beobachtung berücksichtigt werden. Der erhebliche Intensitätsunterschied dieser Sterne zur Erdstrahlung kann durch eine unterschiedliche Gestaltung der Apertur und Filterung aufgefangen werden. Trotz gleichzeitiger Beobachtung der Erde wird bei Verwendung von zwei Aperturen die Detektion der Sterne nicht durch das Streulicht der Erde beeinflusst. Der einfache Aufbau des erfindungsgemäßen Systems läßt hohe Lichtstärken bei geringen Kosten zu. Eine hohe Lichtstärke gestattet die Verwendung kostengünstiger CMOS-Bildaufnehmer.

Die CMOS-Bildaufnehmer bilden bevorzugt ein CMOS-Focal Plane Array als Fokalebenen-Sensor mit einem Dynamikbereich von bis zu $1:10^6$. Er erlaubt eine variable Steuerung der Belichtungszeit, so daß die Integration auf die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepaßt werden kann.

Durch eine alternativ vorgeschlagene Verwendung von zwei verschiedenen Optiken statt einer gemeinsamen Optik können die zur Detektion verwendeten Wellenlängenbereiche unabhängig voneinander optimiert werden.

Das erfindungsgemäße, integrierte Sensorensystem ermöglicht die Bestimmung von drei Lagewinkeln, drei Winkelgeschwindigkeiten und der Position des Raumflugkörpers. Durch Softwaresteuerung können verschiedene Bahnen wie geosynchrone Bahnen, Transferbahnen, sowie niedrige, mittlere und elliptische Bahnen abgedeckt werden.

Der Sensor erlaubt ferner eine variable Steuerung der Belichtungszeit, so daß die Integration auf die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepaßt werden kann. Vorzugsweise wird abwechselnd immer ein Frame lang und ein Frame kurz belichtet.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt die Schritte:

Gleichzeitiges Abbilden von Sternen und Erdrand in einer Fokalebene eines Sensorsystems; Bestimmen der Sternposition in der Fokalebene ; Bestimmen des Erdrandes durch Bildverarbeitung; Bestimmen von Drehraten des Sensorsystems aus der Bewegung des Sternenbildes in der Fokalebene; und Berechnen von Bahn und/oder Lage eines Raumflugkörpers, der das Sensorsystem trägt.

Mit der Vorrichtung und dem Verfahren können Bahn und Lage des Raumflugkörpers bzw. Satelliten gleichzeitig mit hoher Genauigkeit erhalten werden.

Durch wechselweise Anpassung der Belichtungs- bzw. Integrationszeit des Sensors bzw. der Bildaufnehmer an die Helligkeit der Sterne und die Helligkeit der Erde können auch Sterne geringer Helligkeit gleichzeitig mit dem Erdrand erfaßt werden. Durch Herausfiltern bzw. Erfassen eines langwelligen Anteils der Strahlung, z. B. mittels Kantenfiltern, wird erreicht, daß der Erdrand besonders gut und stabil erfaßt werden kann. Durch modellbasiertes Tracking des Erdrandes können zusätzliche Freiheitsgrade ermittelt werden.

Weitere Vorteile der Erfindung sind eine geringere Masse bzw. eine mögliche Redundanz, da weitere Geräte, wie beispielsweise Kreisel, die bisher zur Bahn- und Lagebestimmung notwendig waren, eingespart werden können. Es ergibt sich eine vereinfachte Integration und eine inhärente Strahlungsresistenz. Die Bahnbestimmung ist ohne GPS möglich, insbesondere auch für erdnahe und geostationäre Satelliten. Dadurch kann Bordautonomie erreicht werden.

Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

- Figur 1 zeigt ein kombiniertes Erd-Sternsensormodul mit einer gemeinsamen Optik,
- Figur 2 zeigt ein kombiniertes Erd-Sternsensormodul mit zwei Optiken,
- Figur 3 zeigt eine Anordnung von Bildaufnehmern, und
- Figur 4 zeigt ein Koordinatensystem, dessen Z-Achse zum Erdmittelpunkt gerichtet ist und dessen X-Achse in Richtung der Bahnbewegung zeigt.

Das in Figur 1 gezeigte kombinierte Erd-Sternsensormodul 1 besteht aus einer gemeinsamen Optik 2, einem Ablenkspiegel 3, Bildaufnehmern 4 und den Fenstern 6 und 7 zur Erd- und Sternenbeobachtung.

Das gezeigte System ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß die Beobachtungsrichtungen zur Erde und zu den Sternen verschieden sind.

Das Sternenlicht gelangt durch das Fenster 6 vorbei an dem kleinen Ablenkspiegel 3 auf die gemeinsame Optik 2 und wird auf die Bildaufnehmer 4 fokussiert. Das Erdlicht gelangt durch das Fenster 7 auf den Ablenkspiegel 3, der es auf die gemeinsame Optik 2 lenkt. Von der gemeinsamen Optik 2 wird es auf die Bildaufnehmer 4 fokussiert. Die Bildaufnehmer 4 sind in Bezug auf die gemeinsame Optik 2 in einer gemeinsamen Fokalebene nach einem bestimmten Muster angeordnet. Figur 3 zeigt beispielsweise eine mögliche Anordnung von vier Bildaufnehmern, mit der die Abdeckung eines großen Sehfeldes mit einer minimalen Anzahl von Bildpunkten gegeben ist. Als Bildaufnehmer können beispielsweise die bekannten CCD-Bauelemente Verwendung finden, es sind aber auch andere Bauelemente, wie z. B. CMOS-Bildaufnehmer einsetzbar.

Bei der Apertur für die Erdbeobachtung handelt es sich um eine kleine Apertur, die vorteilhaft störendes Streulicht der Erde während der Beobachtung von schwach leuchtenden Sternen vermeidet sowie intensives Sonnenlicht dämpft, das manchmal auftritt, wenn die Sonne im Strahlengang zur Erde auftaucht. Das Bild der Erde durch das Fenster 7 und die Bilder der Sterne durch Fenster 8 überlagern sich auf den Bildaufnehmern.

Das Auswertesystem des kombinierten Erd-Sternsensordsystems 1 kann die Trennung von Erd- und Sternbild z. B. in folgender Weise vornehmen: der Erdrand im Bild wird grob, d.h. nicht subpixelgenau bestimmt, dann wird das Bild der Sterne, die deutlich außerhalb der Erdscheibe liegen, ausgewertet; die Sterne werden dazu mit der Sternenkarte verglichen; in der Sternenkarte werden die Sterne bestimmt, deren Bild zu nahe am Erdrand liegt, z. B. bis 3 Pixel, und die daher eine genaue Lokalisierung stören würden; der Erdrand wird dann subpixelgenau lokalisiert, wobei Pixel nicht berücksichtigt werden, die zu nahe an störenden Sternen liegen.

Ist der Unterschied der Aperturen groß genug, so stören die Sterne nicht, die durch die Erdapertur beobachtbar sind; ihr Licht wird von der kleineren Apertur zu stark gedämpft. Sonne und Mond müssen allerdings berücksichtigt werden, lassen sich aber durch ihre Flächenausdehnung auf einfache Weise von Sternen unterscheiden.

Alternativ zu dem System mit einer gemeinsamen Optik zeigt Figur 2 ein System mit getrennten Optiken für die Erd- und Sternbeobachtung. Das kombinierte Erd-Sternsensordsystem 1 besteht in diesem Fall aus einem halbdurchlässigen Strahlteiler 8, einer Optik 9 für die Sternbeobachtung, einer Optik 10 mit ggf.

einem vorgeschaltetem Ablenkspiegel 11 für die Erdbeobachtung, aus den Fenstern 6 und 7, sowie aus den Bildaufnehmern 4.

Die Optik 10 für die Erdbeobachtung ist direkt im Fenster 7 eingesetzt und bildet die - ggf. über einen äußeren Ablenkspiegel 11 - empfangene Erdstrahlung über den halbdurchlässigen Strahlteiler 8 auf den Bildaufnehmern 4 ab. Die Optik 9 bildet das durch das Fenster 6 empfangene Sternenlicht über den Strahlteiler 8 auf die Bildaufnehmer 4 ab. Figur 2 zeigt die Bildaufnehmer 4 in einer gemeinsamen Fokalebene zum Strahlteiler 8. Die beiden Sensoren können bezüglich ihrer optischen Merkmale zur Kompensation von Intensitätsunterschieden aber auch für unterschiedliche Brennweiten ausgelegt sein und zusätzliche Dämpfungsfilter im Strahlengang aufweisen.

Wie im zu Figur 1 beschriebenen System ist die Apertur für die Erdbeobachtung gedämpft und kleiner als die Apertur für die Sternenbeobachtung, und die Beobachtungsrichtungen zur Erde und zu den Sternen sind verschieden.

Auch durch geeignete Steuerung der Belichtungs- bzw. Integrationszeit kann die unterschiedliche Helligkeit von Sternen und Erde ausgeglichen werden. Dazu wird im Betrieb abwechselnd ein Frame lang und ein Frame kurz belichtet. Mit dem jeweiligen Frame mit relativ langer Belichtungszeit, z. B. 0,1 sec., werden die Sterne optimal erfaßt, während mit dem darauffolgenden Frame mit relativ kurzer Belichtungszeit, z. B. 0,0001 sec., der Erdrand besonders genau erfaßt wird.

Zunächst wird die Sternposition in der Bildebene bestimmt. Anschließend erhält man durch Tracking der erfaßten Sterne die

Bewegungen $(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt})^T$ der Sterne in der Bildebene. Danach werden die Drehraten $(\omega_x, \omega_y, \omega_z)^T$ durch Lösen zum Beispiel folgender Gleichungen bestimmt:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \frac{xy}{f} \omega_x + (-f - \frac{x^2}{f}) \omega_y + y \omega_z \\ \frac{dy}{dt} &= (f + \frac{y^2}{f}) \omega_x - \frac{xy}{f} \omega_y - x \omega_z,\end{aligned}\tag{1}$$

wobei f die Brennweite des optischen Systems ist. Die Rotationsfreiheitsgrade des Raumflugkörpers können durch Verfolgen von mindestens 2 Sternen (x_i, y_i) in der Bildebene bestimmt werden.

Zur Veranschaulichung der Gleichungen ist in Figur 4 die Bildebene x, y und ein Koordinatensystem gezeigt, wobei sich der Satellit in X -Richtung fortbewegt und die Z -Achse zum Erdmittelpunkt zeigt. Die Drehraten $\omega_x, \omega_y, \omega_z$, geben das Rollen, das Nicken und das Gieren des Satelliten bzw. Raumflugkörpers wieder.

Im nächsten Schritt wird der Erdrand subpixelgenau – nach entsprechender Segmentierung – bestimmt. Dazu wird ein bahnabhängiges Modell der Erde und der Erdatmosphäre an die Intensitätsverteilung in der Bildebene angefitet. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Bild zur subpixelgenauen Sternpositionsbestimmung bereits defokussiert ist (über 2-3 Pixel). Bei der subpixelgenauen Bestimmung erfolgt eine Interpolation zwischen den einzelnen Pixelwerten. Durch die Segmentierung, d. h. durch die Trennung des Bildes nach Erde und Stern, wird eine höhere Genauigkeit erzielt.

Falls die Erde als Ganzes oder als genügend gekrümmtes Kreissegment abgebildet wird, kann der Vektor zum Erdmittelpunkt geschätzt werden.

Nun wird mittels folgender Formel die Bahnbewegung $(v_x, v_y, v_z)^T$ des Satelliten aus der Bildbewegung des Erdrandes $(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt})^T$ ermittelt:

$$\frac{dx}{dt} = f/Z^* (-v_x + x v_z) + C_x$$

$$\frac{dy}{dt} = f/Z^* (v_y + y v_z) + C_y \quad (2)$$

Hierbei ist Z die in diesem Fall konstante Entfernung zum Erdhorizont. C_x, C_y sind Konstanten, die von den bekannten Drehraten wie folgt abhängen:

$$C_x = \frac{xy}{f} \omega_x + \left(-f - \frac{x^2}{f}\right) \omega_y + y \omega_z$$

$$C_y = \left(f + \frac{y^2}{f}\right) \omega_x - \frac{xy}{f} \omega_y - x \omega_z \quad (3)$$

Wieder genügen zwei Punkte $(x, y)^T$ des Erdrandes, um die Bahnkomponenten zu schätzen. Falls Z unbekannt ist, können die Geschwindigkeiten nur bis auf einen konstanten Faktor bestimmt werden. Bildet sich der Erdrand nur als lineares oder quasilineares Element ab, so enthält (2) nur eine Messung für die Unbekannten v_x, v_y, v_z .

Eine gleichzeitige Bahn- und Lagebestimmung kann also z. B. durch folgende Schritte erfolgen:

- a) Bestimmung der Sternposition in der Fokalebene mittels einem subpixelgenauen Verfahren wie z. B. Centroiding;
- b) Bestimmung der Drehraten durch Tracking der Flächenschwerpunkte der Sterne und Invertieren der Abbildungsgleichungen;
- c) Bestimmung des Erdrandes durch modellgestützte subpixelgenaue Bildverarbeitungsverfahren;
- d) Schätzen des Erdmittelpunktes aus dem Bild des Erdrandes, soweit möglich;
- e) Modellbasiertes Tracking des Erdrandes, um zusätzliche Freiheitsgrade zu gewinnen

Patentansprüche

1. Kombiniertes Erd-Sternsensordsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum, **dadurch gekennzeichnet**, daß das kombinierte Erd-Sternsensordsystem (1) getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer (4) für den Erd- und den Sternsensor aufweist.
2. Sensordsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erd-Sternsensordsystem (1) eine gemeinsame Optik (2) für die Erd- und Sternbeobachtung und einen Ablenkspiegel (3) zur Umlenkung des seitlich eintretenden Erdlichtes auf die gemeinsame Optik (2) aufweist.
3. Sensordsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erd-Sternsensordsystem (1) eine Optik (9) für die Sternbeobachtung, eine Optik (10) für die Erdbeobachtung und einen halbdurchlässigen Strahlenteiler (8) zur Umlenkung des seitlich eintretenden Erdlichtes und Transferierung des in Längsrichtung eintretenden Sternenlichtes auf die Bildaufnehmer (4) aufweist.

4. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Apertur für das Erdlicht erheblich kleiner ist als die Apertur für das Sternenlicht.
5. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswertesystem des Sensorsystems mit Hilfe eines Sternkatalogs oder ähnlichem Vorwissen diejenigen Stellen im Bild außer acht läßt, an denen sich das Bild des Erdrandes mit Bildern von Sternen überlagert und damit Störeinflüsse auf die Genauigkeit der Erdrandbestimmung im Bild eliminiert.
6. Verfahren zur gleichzeitigen Bahn- und Lagebestimmung eines Raumflugkörpers, gekennzeichnet durch die Schritte:
 - Gleichzeitiges Abbilden von Sternen und Erdrand in einer Fokalebene eines Sensorsystems;
 - Bestimmen der Sternposition in der Fokalebene;
 - Bestimmen des Erdrandes durch Bildverarbeitung;
Bestimmen von Drehraten des Sensorsystems aus der Bewegung des Sternbildes in der Fokalebene;
 - Berechnen von Bahn und/oder Lage eines Raumflugkörpers, der das Sensorsystem trägt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, weiterhin gekennzeichnet durch modellbasiertes Tracking des Erdrandes.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein langwelliger Teil der Strahlung herausgefiltert und zur Bestimmung des Erdrandes verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Erdrand durch Anfitten von Erdmodellen bestimmt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Belichtung- oder Integrationszeit wechselweise an die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepaßt wird.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

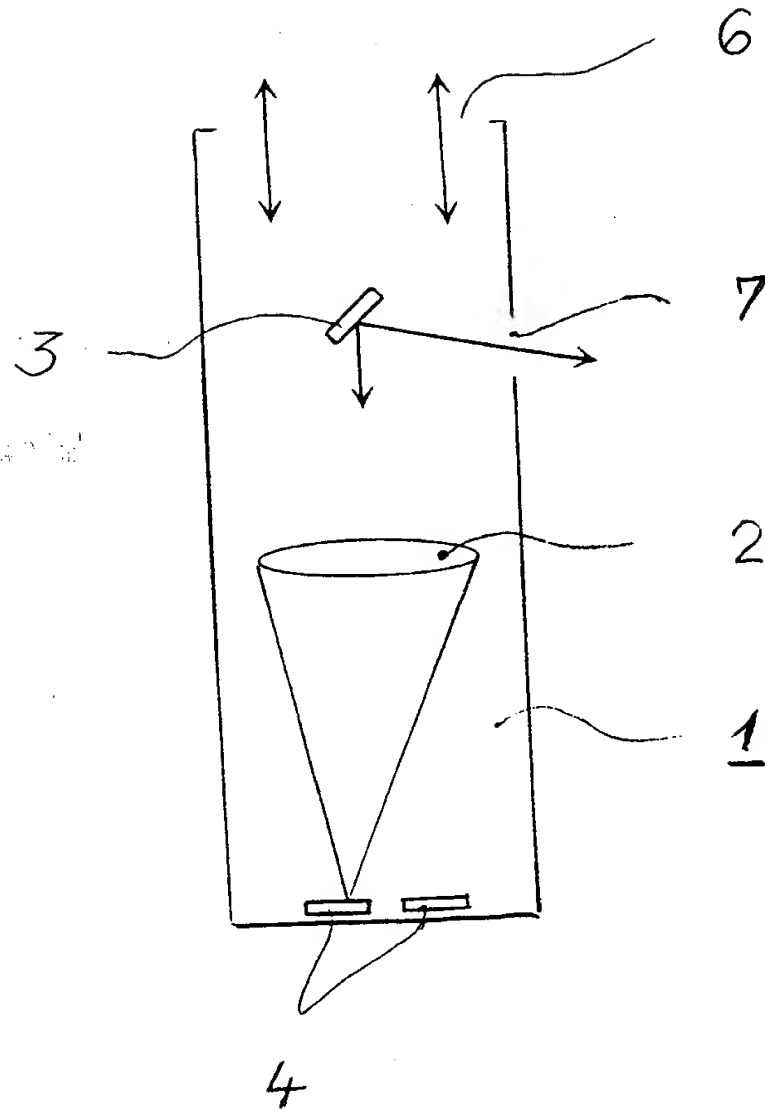


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

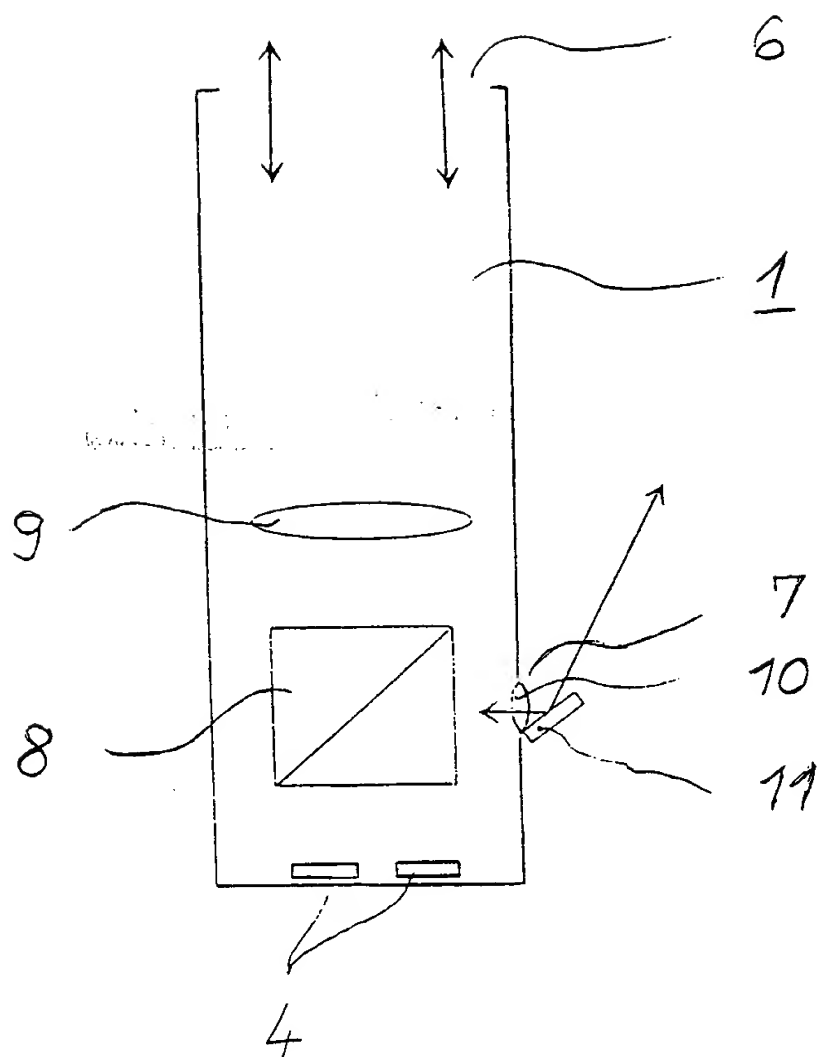
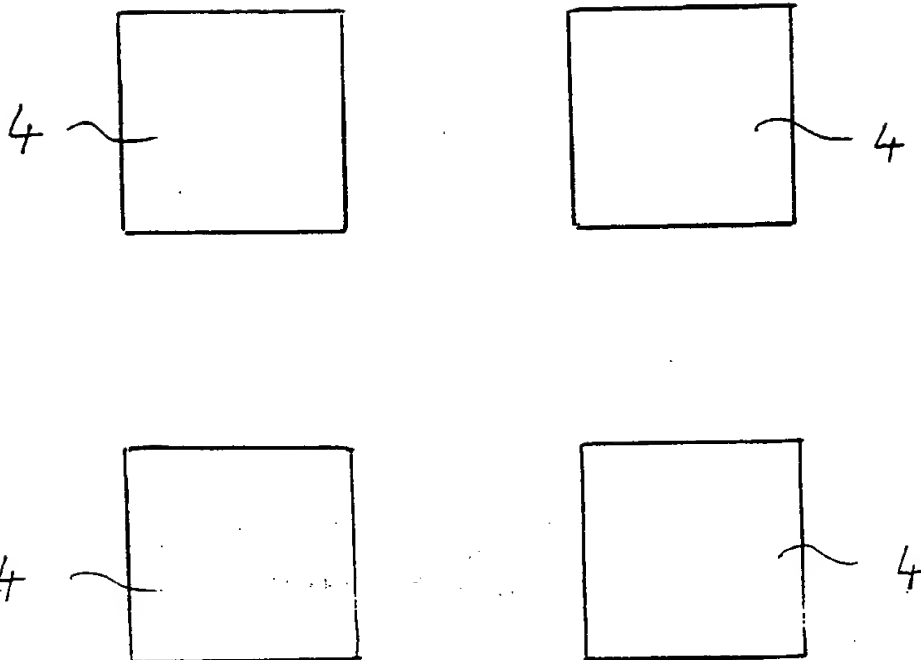
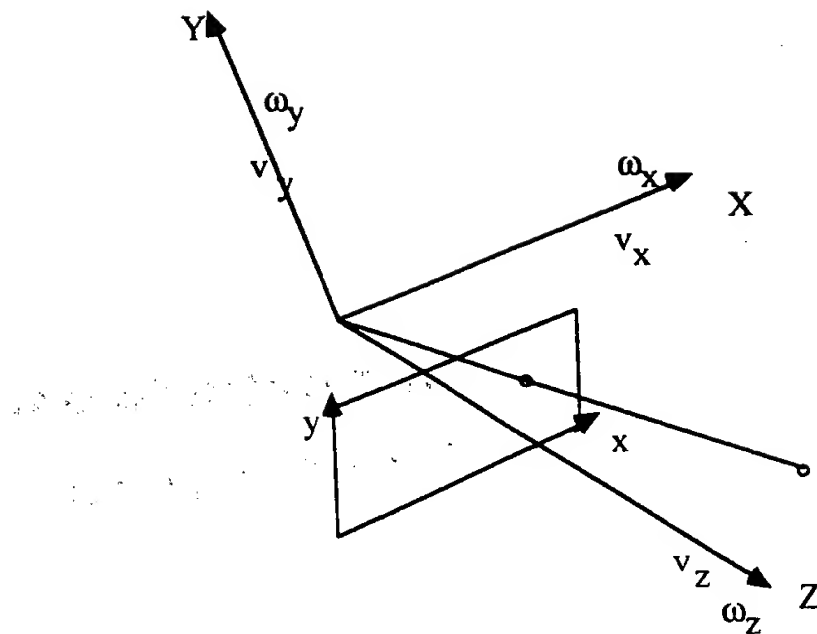


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*Fig. 4*

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Der Antrag ist bei der zuständigen mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde oder, wenn zwei oder mehr Behörden zuständig sind, bei der vom Anmelder gewählten Behörde einzureichen. Der Anmelder kann den Namen oder den Zweibuchstaben der Behörde auf der nachstehenden Zeile angeben.

IPEA/

PCT

KAPITEL II

ANTRAG AUF INTERNATIONALE VORLÄUFIGE PRÜFUNG

nach Artikel 31 des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens:
Der (die) Unterzeichnete(n) beantragt (beantragen), daß für die nachstehend bezeichnete internationale Anmeldung die internationale vorläufige Prüfung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens durchgeführt wird und benennt hiermit als ausgewählte Staaten alle auswählbaren Staaten (soweit nichts anderes angegeben).

Von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde auszufüllen

Bezeichnung der IPEA

Eingangsdatum des ANTRAGS

Feld Nr. I KENNZEICHNUNG DER INTERNATIONALEN ANMELDUNG

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts

12228 PCT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE99/03204

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)

05 Oktober 1999
(05/10/1999)

(Frühester) Prioritätstag (Tag/Monat/Jahr)

09 Oktober 1998
(09/10/1998)

Bezeichnung der Erfindung

Kombiniertes Erd-Sternsensormesssystem und Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung von Raumflugkörpern

Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

DaimlerChrysler AG
Epplestraße 225

D-70567 Stuttgart

DE

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

DIEHL, Hermann
Günderodestr. 9

D-81827 München

DE

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

PLATZ, Willi
Gärtnerstraße 30

D-80992 München

DE

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

☒ Weitere Anmelder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fortsetzung von Feld Nr. II ANMELDER

Wird keines der folgenden Felder benutzt, so ist dieses Blatt dem Antrag nicht beizufügen.

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

ZINNER, Helmut
Dr. Machstr. 35

D-85540 Haar

DE

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

GOTTZEIN, Evelyne
Wirtsbreite 22

D-85635 Höhenkirchen

DE

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

☐

Weitere Anmelder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Feld Nr. III ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ODER ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person ist ☐ Anwalt ☐ gemeinsamer Vertreter
und ☐ ist vom (von den) Anmelder(n) bereits früher bestellt worden und vertritt ihn (sie) auch für die internationale vorläufige Prüfung.
☐ wird hiermit bestellt; eine etwaige frühere Bestellung eines Anwalts/gemeinsamen Vertreters wird hiermit widerrufen.
☐ wird hiermit zusätzlich zu dem bereits früher bestellten Anwalt/gemeinsamen Vertreter, nur für das Verfahren vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde bestellt.

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

DaimlerChrysler AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München

Telefonnr.:
089 / 607-22223

Telefaxnr.:
089 / 607-25560

Fernschreibnr.:

☒ **Zustellanschrift:** Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben wird.

Feld Nr. IV GRUNDLAGE DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN PRÜFUNG

Erklärung betreffend Änderungen:*

1. Der Anmelder wünscht, daß die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage
 - ☒ der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung
 - der Beschreibung ☒ in der ursprünglich eingereichten Fassung
☐ unter Berücksichtigung der Änderungen nach Artikel 34
 - der Patentansprüche ☒ in der ursprünglich eingereichten Fassung
☐ unter Berücksichtigung der Änderungen nach Artikel 19 (ggf. zusammen mit Begleitschreiben)
☐ unter Berücksichtigung der Änderungen nach Artikel 34
 - der Zeichnungen ☒ in der ursprünglich eingereichten Fassung
☐ unter Berücksichtigung der Änderungen nach Artikel 34
 aufgenommen wird.
 2. ☐ Der Anmelder wünscht, daß jegliche nach Artikel 19 eingereichte Änderung der Ansprüche als überholt angesehen wird.
 3. ☐ Der Anmelder wünscht, daß der Beginn der internationalen vorläufigen Prüfung bis zum Ablauf von 20 Monaten ab dem Prioritätsdatum **aufgeschoben** wird, sofern die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde nicht eine Kopie nach Artikel 19 vorgenommener Änderungen oder eine Erklärung des Anmelders erhält, daß er keine solchen Änderungen vornehmen will (Regel 69.1 Absatz d). (Dieses Kästchen darf nur angekreuzt werden, wenn die Frist nach Artikel 19 noch nicht abgelaufen ist.)
- * Wenn kein Kästchen angekreuzt wird, wird mit der internationalen vorläufigen Prüfung auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung begonnen; wenn eine Kopie der Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 und/oder Änderungen der internationalen Anmeldung nach Artikel 34 bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde eingeht, bevor diese mit der Erstellung eines schriftlichen Bescheids oder des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts begonnen hat, wird jedoch die geänderte Fassung verwendet.

Sprache für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung: Deutsch
☒ dies ist die Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wurde.
☐ dies ist die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht wurde.
☐ dies ist die Sprache der Veröffentlichung der internationalen Anmeldung.
☐ dies ist die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht wurde/wird.

Feld Nr. V BENENNUNG VON STAATEN ALS AUSGEWÄHLTE STAATEN

Der Anmelder benennt hiermit als ausgewählte Staaten alle auswählbaren Staaten (das heißt, alle Staaten, die bestimmt wurden und durch Kapitel II gebunden sind)
mit Ausnahme der folgenden Staaten, die der Anmelder nicht benennen möchte:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Feld Nr. VI KONTROLLISTE

Dem Antrag liegen folgende Unterlagen für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung in der in Feld Nr. IV angegebenen Sprache bei:

- | | | |
|--|---|---------|
| 1. Übersetzung der internationalen Anmeldung | : | Blätter |
| 2. Änderungen nach Artikel 34 | : | Blätter |
| 3. Kopie (oder, falls erforderlich, Übersetzung) der Änderungen nach Artikel 19 | : | Blätter |
| 4. Kopie (oder, falls erforderlich, Übersetzung) einer Erklärung nach Artikel 19 | : | Blätter |
| 5. Begleitschreiben | : | Blätter |
| 6. Sonstige (einzeln auflühren) | : | Blätter |

Von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde auszufüllen

erhalten nicht erhalten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dem Antrag liegen außerdem die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:

- | | |
|--|---|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> Blatt für die Gebührenberechnung | 4. <input type="checkbox"/> Begründung für das Fehlen einer Unterschrift |
| 2. <input type="checkbox"/> unterzeichnete gesonderte Vollmacht | 5. <input type="checkbox"/> Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenzprotokoll in computerlesbarer Form |
| 3. <input type="checkbox"/> Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden): | 6. <input type="checkbox"/> sonstige (einzeln auflühren): |

Feld Nr. VII UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS, ANWALTS ODER GEMEINSAMEN VERTRETERS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

München, 13.04.00 WILL/ma

DaimlerChrysler AG

Willem
AV-39752

DIEHL, Hermann

PLATZ, Willi

ZINNER, Helmut

GOTTZEIN, Evelyne

Von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde auszufüllen

- | | |
|--|---|
| 1. Datum des tatsächlichen Eingangs des ANTRAGS: | |
| 2. Geändertes Eingangsdatum des Antrags aufgrund von BERICHTIGUNGEN nach Regel 60.1 Absatz b: | |
| 3. <input type="checkbox"/> Eingangsdatum des Antrags NACH Ablauf von 19 Monaten ab Prioritätsdatum: Punkt 4 und Punkt 5, unten, finden keine Anwendung. | <input type="checkbox"/> Der Anmelder wurde entsprechend unterrichtet |
| 4. <input type="checkbox"/> Eingangsdatum des Antrags INNERHALB 19 Monate ab Prioritätsdatum wegen Fristverlängerung nach Regel 80.5. | |
| 5. <input type="checkbox"/> Das Eingangsdatum des Antrags liegt nach Ablauf von 19 Monaten ab Prioritätsdatum, der verspätete Eingang ist aber nach Regel 82 ENTSCHULDIGT. | |

Vom Internationalen Büro auszufüllen

Antrag vom IPEA erhalten am:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

DAIMLERCHRYSLER AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München
ALLEMAGNE

**NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY**

Eing.:

MUE 25. Jan. 2000 (PCT Rule 24.2(a))

z. Erledigung

Frist

Date of mailing (day/month/year)

14 January 2000 (14.01.00)

IMPORTANT NOTIFICATION

Applicant's or agent's file reference

12228 PCT

International application No.

PCT/DE99/03204

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

DAIMLERCHRYSLER AG (for all designated States except US)
DIEHL, Hermann et al (for US)

International filing date : 05 October 1999 (05.10.99)

Priority date(s) claimed : 09 October 1998 (09.10.98)

Date of receipt of the record copy by the International Bureau : 28 December 1999 (28.12.99)

List of designated Offices

✓ EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE
✓ National : CA, US

ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
☒ confirmation of precautionary designations
☐ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

Margret Fourné-Godbersen

Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. It is the applicant's responsibility to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

DAIMLERCHRYSLER AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 14 January 2000 (14.01.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 12228 PCT	
International application No. PCT/DE99/03204	
International publication date (day/month/year) Not yet published	
International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)	Priority date (day/month/year) 09 October 1998 (09.10.98)
Applicant DAIMLERCHRYSLER AG et al	

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk (*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
09 Octo 1998 (09.10.98)	198 46 690.0	DE	28 Dece 1999 (28.12.99)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Margret Fourné-Godbersen

Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

FTP/M <i>WIL</i>	
Eing.: 30.05.	
MUE 21 Juni 2000	PCT
z. Erledigung	
Frist	

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

DAIMLERCHRYSLER AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München
ALLEMAGNE

ZT GG VM Mch P, RI

Eing. **16. Juni 2000**

GR

Frist

Date of mailing (day/month/year) 30 May 2000 (30.05.00)	
Applicant's or agent's file reference 12228 PCT	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/DE99/03204	International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☒ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative

Name and Address

ZINNER, Helmut
Dr. Mackstrasse 35
D-85540 Haar
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person ☐ the name ☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence

Name and Address

ZINNER, Helmut
Dr. Machstrasse 35
D-85540 Haar
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

3. Further observations, if necessary:

4. A copy of this notification has been sent to:

☒ the receiving Office ☐ the designated Offices concerned
☐ the International Searching Authority ☒ the elected Offices concerned
☒ the International Preliminary Examining Authority ☐ other:

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Margret Fourné-Godbersen

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

DAIMLERCHRYSLER AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 30 May 2000 (30.05.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 12228 PCT	
International application No. PCT/DE99/03204	International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☒ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative

Name and Address

PLATZ, Willi
Hamannstrasse 57
D-81739 München
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☐ the person ☐ the name ☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence

Name and Address

PLATZ, Willi
Gärtnerstrasse 30
D-80992 München
Germany

State of Nationality

DE

State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

3. Further observations, if necessary:

4. A copy of this notification has been sent to:

☒ the receiving Office ☐ the designated Offices concerned
☐ the International Searching Authority ☒ the elected Offices concerned
☒ the International Preliminary Examining Authority ☐ other:
The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Margret Fourné-Godbersen

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

EADS DEUTSCHLAND GMBH
Intellectual Property Management
Postfach 80 11 09
81663 München
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 19 December 2000 (19.12.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 12228 PCT	
International application No. PCT/DE99/03204	International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☐ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative

Name and Address DAIMLER CHRYSLER AG Epplestr. 225 70567 Stuttgart Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. 089 607 22228	
	Facsimile No. 089 608 25560	
	Teleprinter No.	

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☒ the person ☒ the name ☒ the address ☐ the nationality ☐ the residence

Name and Address ASTRIUM GMBH 81663 München Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	

3. Further observations, if necessary:

Assignment of the international application has been recorded. Please also note the new address for correspondence as indicated on top of this notification.

4. A copy of this notification has been sent to:

<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Margret Fourné-Godhersen
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

DAIMLERCHRYSLER AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München
ALLEMAGNE

FTP/M

MUE - 2. Mai 2000

z. Erledigung

Frist

Date of mailing (day/month/year)
20 April 2000 (20.04.00)

Applicant's or agent's file reference
12228 PCT

IMPORTANT NOTICE

International application No.
PCT/DE99/03204

International filing date (day/month/year)
05 October 1999 (05.10.99)

Priority date (day/month/year)
✓ 09 October 1998 (09.10.98)

Applicant
DAIMLERCHRYSLER AG et al

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

✓ US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

✓ CA,EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 20 April 2000 (20.04.00) under No. WO 00/22381

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

J. Zahra

Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Continuation of Form PCT/IB/308

**NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF
THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES**

Date of mailing (day/month/year) 20 April 2000 (20.04.00)	IMPORTANT NOTICE
Applicant's or agent's file reference 12228 PCT	International application No. PCT/DE99/03204

The applicant is hereby notified that, at the time of establishment of this Notice, the time limit under Rule 46.1 for making amendments under Article 19 has not yet expired and the International Bureau had received neither such amendments nor a declaration that the applicant does not wish to make amendments.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen

Internationales Anmeldedatum

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)
(max. 12 Zeichen) 12228 PCT

Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Kombiniertes Erd-Sternsensormesssystem und Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung von Raumflugkörpern

Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

DaimlerChrysler AG
Epplestr. 225

D-70567 Stuttgart DE

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☒ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

DIEHL, Hermann
Günderodestr. 9

D-81827 München DE

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☒ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ODER ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als:

☐ Anwalt

☐ gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

DaimlerChrysler AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München

Telefonnr.:

089 / 607-22228

Telefaxnr.:

089 / 608-25560

Fernschreibnr.:

☒ Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER
Wird keines der folgenden Felder benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigelegt werden.

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

PLATZ, Willi
Hamannstr. 57
D-81739 München

→ keine Anschrift!
(S. Kap. II - Antrag) / Ma
DE

Diese Person ist:

- ☐ nur Anmelder
- ☒ Anmelder und Erfinder
- ☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

ZINNER, Helmut
Dr. Mackstr. 35
ch
D-85540 Haar

DE

Diese Person ist:

- ☐ nur Anmelder
- ☒ Anmelder und Erfinder
- ☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

GOTTZEIN, Evelyne
Wirtsbreite 22
D-85635 Höhenkirchen

DE

Diese Person ist:

- ☐ nur Anmelder
- ☒ Anmelder und Erfinder
- ☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

Diese Person ist:

- ☐ nur Anmelder
- ☐ Anmelder und Erfinder
- ☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen (bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen; wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden):

Regionales Patent

- ☐ **AP ARIPO-Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ **EA Eurasisches Patent:** AM Armenien, AZ Aserbaidshan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ **EP Europäisches Patent:** AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☐ **OA OAPI-Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben)

Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> AE Vereinigte Arabische Emirate | <input type="checkbox"/> LR Liberia |
| <input type="checkbox"/> AL Albanien | <input type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input type="checkbox"/> AM Armenien | <input type="checkbox"/> LT Litauen |
| <input type="checkbox"/> AT Österreich | <input type="checkbox"/> LU Luxemburg |
| <input type="checkbox"/> AU Australien | <input type="checkbox"/> LV Lettland |
| <input type="checkbox"/> AZ Aserbaidshan | <input type="checkbox"/> MD Republik Moldau |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnien-Herzegowina | <input type="checkbox"/> MG Madagaskar |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | <input type="checkbox"/> MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarien | <input type="checkbox"/> MN Mongolei |
| <input type="checkbox"/> BR Brasilien | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus | <input type="checkbox"/> MX Mexiko |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Kanada | <input type="checkbox"/> NO Norwegen |
| <input type="checkbox"/> CH und LI Schweiz und Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NZ Neuseeland |
| <input type="checkbox"/> CN China | <input type="checkbox"/> PL Polen |
| <input type="checkbox"/> CU Kuba | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> CZ Tschechische Republik | <input type="checkbox"/> RO Rumänien |
| <input type="checkbox"/> DE Deutschland | <input type="checkbox"/> RU Russische Föderation |
| <input type="checkbox"/> DK Dänemark | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input type="checkbox"/> EE Estland | <input type="checkbox"/> SE Schweden |
| <input type="checkbox"/> ES Spanien | <input type="checkbox"/> SG Singapur |
| <input type="checkbox"/> FI Finnland | <input type="checkbox"/> SI Slowenien |
| <input type="checkbox"/> GB Vereinigtes Königreich | <input type="checkbox"/> SK Slowakei |
| <input type="checkbox"/> GD Grenada | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GE Georgien | <input type="checkbox"/> TJ Tadschikistan |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> TR Türkei |
| <input type="checkbox"/> HR Kroatien | <input type="checkbox"/> TT Trinidad und Tobago |
| <input type="checkbox"/> HU Ungarn | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesien | <input type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> US Vereinigte Staaten von Amerika |
| <input type="checkbox"/> IN Indien | <input type="checkbox"/> UZ Usbekistan |
| <input type="checkbox"/> IS Island | <input type="checkbox"/> VN Vietnam |
| <input type="checkbox"/> JP Japan | <input type="checkbox"/> YU Jugoslawien |
| <input type="checkbox"/> KE Kenia | <input type="checkbox"/> ZA Südafrika |
| <input type="checkbox"/> KG Kirgisistan | <input type="checkbox"/> ZW Simbabwe |
| <input type="checkbox"/> KP Demokratische Volksrepublik Korea | |
| <input type="checkbox"/> KR Republik Korea | |
| <input type="checkbox"/> KZ Kasachstan | |
| <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten, die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsgebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Feld Nr. VI PRIORITÄTS-ERUCH		<input type="checkbox"/> Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben.		
Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine:		
		national Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1) (09/10/1998) 09 Oktober 1998	198 46 690.0	DE		
Zeile (2)				
Zeile (3)				

☒ Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in der (den) Zeile(n) (1) bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln (nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist(sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist)

* Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, so muß in dem Zusatzfeld mindestens ein Staat angegeben werden, der Mitgliedsstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung eingereicht wurde.

Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA) (falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchen- behörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an; der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden)	Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche: Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist):
ISA / EP	Datum (Tag/Monat/Jahr) Aktenzeichen Staat (oder regionales Amt)

Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

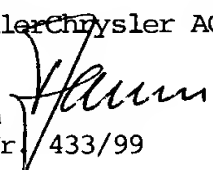
Diese internationale Anmeldung enthält die folgende Anzahl von Blättern:	Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:
Antrag : 4	1. <input checked="" type="checkbox"/> Blatt für die Gebührenberechnung
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) : 10	2. <input type="checkbox"/> Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
Ansprüche : 3	3. <input checked="" type="checkbox"/> Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden):
Zusammenfassung : 1	4. <input type="checkbox"/> Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
Zeichnungen : 4	5. <input type="checkbox"/> Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
Sequenzprotokollteil der Beschreibung : 22	6. <input type="checkbox"/> Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
Blattzahl insgesamt : 22	7. <input type="checkbox"/> Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material
Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.): 1	8. <input type="checkbox"/> Sequenzprotokolle für Nucleotide und/oder Aminosäuren in computerlesbarer Form
	9. <input checked="" type="checkbox"/> Sonstige (einzeln auflisten): Abschrift der Voranmeldung
	Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wird: deutsch

Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

München, 30.09.1999 /ma

DaimlerChrysler AG

Baum 

AV-Nr. 433/99

..... DIEHL, Hermann

..... PLATZ, Willi

..... ZINNER, Helmut

..... GOTTZEIN, Evelyne

Vom Anmeldeamt auszufüllen	
1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung:	2. Zeichnungen <input type="checkbox"/> eingegangen: <input type="checkbox"/> nicht eingegangen:
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:	
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:	
5. Internationale Recherchenbehörde (falls zwei oder mehr zuständig sind): ISA /	6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben

Vom Internationalen Büro auszufüllen	
Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

BLATT FÜR DIE GEBÜHRENBERECHNUNG Anhang zum Antrag

Von Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen

Eingangsstempel des Anmeldeamts

Aktenzeichen des Anmelders
oder Anwalts 12228 PCT

Anmelder

DaimlerChrysler AG

BERECHNUNG DER VORGESCHRIEBENEN GEBÜHREN

1. ÜBERMITTLUNGSGEBÜHR DEM 150,-- T
2. RECHERCHENGEBÜHR DEM 1.848,26 S

Die internationale Recherche ist durchzuführen von EP
(Sind zwei oder mehr Internationale Recherchenbehörden für die internationale Recherche zuständig,
ist der Name der Behörde anzugeben, die die internationale Recherche durchführen soll.)

3. INTERNATIONALE GEBÜHR

Grundgebühr

Die internationale Anmeldung enthält 22 Blätter.

umfaßt die ersten 30 Blätter DEM 807,76 b1

x = b2

Anzahl der Blätter Zusatzblattgebühr
über 30

Addieren Sie die in Feld b1 und b2 eingetragenen
Beträge, und tragen Sie die Summe in Feld B ein. DEM 807,76 B

Bestimmungsgebühren

Die internationale Anmeldung enthält 3 Bestimmungen.

3 x 185,80 = DEM 557,40 D

Anzahl der zu zahlenden

Bestimmungsgebühr

Bestimmungsgebühren (maximal 11)

Addieren Sie die in Feld B und D eingetragenen
Beträge, und tragen Sie die Summe in Feld I ein.

DEM 1.365,16 I

(Anmelder aus einigen Staaten haben Anspruch auf eine Ermäßigung der internationalen Gebühr um 75%.
Hat der Anmelder (oder haben alle Anmelder) einen solchen Anspruch, so beträgt der in Feld I einzutragende
Gesamtbetrag 25% der Summe der in Feld B und D eingetragenen Beträge.)

DEM 35,-- P

4. GEBÜHR FÜR PRIORITÄTSBELEG (ggf.)

5. GESAMTBETRAG DER ZU ZAHLENDEN GEBÜHREN

Addieren Sie die in Feldern T, S, I und P eingetragenen Beträge,
und tragen Sie die Summe in das nebenstehende Feld ein

DEM 3.398,42

INSGESAMT

☐ Die Bestimmungsgebühren werden jetzt noch nicht gezahlt.

ZAHLUNGSWEISE

- ☒ Abbuchungsauftrag (siehe unten) ☐ Bankwechsel ☐ Kupons
- ☐ Scheck ☐ Barzahlung ☐ Sonstige (einzeln angeben):
- ☐ Postanweisung ☐ Gebührenmarken

ABBUCHUNGSauftrag (diese Zahlungsweise gibt es nicht bei allen Anmeldeämtern)

- Das Anmeldeamt/ DP ☒ wird beauftragt, den vorstehend angegebenen Gesamtbetrag der Gebühren von meinem laufenden
Konto abzubuchen.
- ☐ wird beauftragt, Fehlbeträge oder Überzahlungen des vorstehend angegebenen Gesamtbetrags der
Gebühren meinem laufenden Konto zu belasten bzw. gutzuschreiben.
- ☒ wird beauftragt, die Gebühr für die Ausstellung des Prioritätsbelegs und seine Übermittlung an das
Internationale Büro der WIPO von meinem laufenden Konto abzubuchen.

4090159

30.09.1999

Kontonummer

Datum (Tag/Monat/Jahr)

Unterschrift Baum

AV-Nr. 433/99

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Kombiniertes Erd-Sternsensormsystem und Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung von Raumflugkörpern

Die Erfindung betrifft ein kombiniertes Erd-Sternsensormsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum, sowie ein Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung von Raumflugkörpern.

Bisher werden für Satelliten mit Erdorientierung Infrarotsensoren zur Bestimmung von Roll- und Nickwinkel und Sonnensensoren zur Bestimmung des Gierwinkels des Satelliten verwendet. Nachteile dieser Lösung sind der hohe Aufwand durch die Verwendung einer Anordnung mehrerer Sonnensensorköpfe, sowie der Wegfall der Gierreferenz bei Ko-Linearität von Erde und Sonne. Darüber hinaus ist zur Auswertung zusätzlich die genaue Kenntnis der Position des Satelliten auf seiner Umlaufbahn erforderlich. Weiterhin beeinflussen Fehler zwischen den Meßachsen von Sonnen- und Erdsensoren, die z. B. durch Ungenauigkeiten beim Einbau oder durch thermische Beeinflussung verursacht werden, erheblich die Qualität der Messung.

Bekannte Sternsensoren liefern eine Drei-Achsen-Lagereferenz in einem Inertialsystem. Zur Erdausrichtung ist auch hier die genaue Kenntnis der Satellitenposition erforderlich. Für derartige Sternsensoren werden heute CCDs verwendet. Wegen ihrer mangelnden Strahlungsfestigkeit ist ihre Verwendung in Bahnen mit hoher Strahlungsbelastung, z. B. für geosynchrone Missionen, nicht geeignet.

10/10/10

10/10/10

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Aus der EP 0 589 387 A1 ist ein kombiniertes Erd-Sternsensoren-System bekannt, das über eine einzige Optik sowohl die Stern- als auch die Erdbeobachtung im UV-Bereich ausführt. Zur Durchführung der gemeinsamen Beobachtung ist die Optik als ein Weitwinkel-System mit einem Spiegelsystem ausgebildet. Mit dem bekannten System können wegen den übereinstimmenden Beobachtungsrichtungen bei der Erd- und bei der Sternbeobachtung nur erdnahe Sterne und wegen der gleichzeitigen Auslegung des Sensors auf die starke Erdstrahlung nur Sterne mit hoher Intensität zur Lagebestimmung beobachtet werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein kombiniertes Erd-Sternsensoren-System zu schaffen, das bezüglich der Auswahl der geeigneten zu beobachtenden Sterne nicht eingeschränkt und kostengünstig herstellbar ist. Weiterhin soll ein Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung eines Raumflugkörpers angegeben werden, das eine erhöhte Genauigkeit aufweist und Bordautonomie ermöglicht.

*mit einer optimalen Geformung, die
zu Beob. Sterne und d.
Gde. erlaubt.*

Diese Aufgabe wird gelöst durch das kombinierte Erd-Sternsensoren-System gemäß Patentanspruch 1 und das Verfahren gemäß Patentanspruch 6. Weitere vorteilhafte Merkmale, Aspekte und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

eine optimale Geformung...

Das erfindungsgemäße kombinierte Erd-Sternsensoren-System zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum hat getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer für den Erd- und den Sternsensor.

Durch die erfindungsgemäße Beobachtung der Erde und Sterne mit verschiedenen Aperturen können auch Sterne der Magnitude 5 bei der

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Beobachtung berücksichtigt werden. Der erhebliche Intensitätsunterschied dieser Sterne zur Erdstrahlung kann durch eine unterschiedliche Gestaltung der Apertur und Filterung aufgefangen werden. Trotz gleichzeitiger Beobachtung der Erde wird bei Verwendung von zwei Aperturen die Detektion der Sterne nicht durch das Streulicht der Erde beeinflusst. Der einfache Aufbau des erfindungsgemäßen Systems läßt hohe Lichtstärken bei geringen Kosten zu. Eine hohe Lichtstärke gestattet die Verwendung kostengünstiger CMOS-Bildaufnehmer.

Die CMOS-Bildaufnehmer bilden bevorzugt ein CMOS-Focal Plane Array als Fokalebenensensor mit einem Dynamikbereich von bis zu $1:10^6$. Er erlaubt eine variable Steuerung der Belichtungszeit, so daß die Integration auf die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepaßt werden kann.

Durch eine alternativ vorgeschlagene Verwendung von zwei verschiedenen Optiken statt einer gemeinsamen Optik können die zur Detektion verwendeten Wellenlängenbereiche unabhängig voneinander optimiert werden.

Das erfindungsgemäße, integrierte Sensorensystem ermöglicht die Bestimmung von drei Lagewinkeln, drei Winkelgeschwindigkeiten und der Position des Raumflugkörpers. Durch Softwaresteuerung können verschiedene Bahnen wie geosynchrone Bahnen, Transferbahnen, sowie niedrige, mittlere und elliptische Bahnen abgedeckt werden.

Der Sensor erlaubt ferner eine variable Steuerung der Belichtungszeit, so daß die Integration auf die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepaßt werden kann. Vorzugsweise wird abwechselnd immer ein Frame lang und ein Frame kurz belichtet.

(+)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt die Schritte:

Gleichzeitiges Abbilden von Sternen und Erdrand in einer Fokalebene eines Sensorsystems; Bestimmen der Sternposition in der Fokalebene ; Bestimmen des Erdrandes durch Bildverarbeitung; Bestimmen von Drehraten des Sensorsystems aus der Bewegung des Sternenbildes in der Fokalebene; und Berechnen von Bahn und/oder Lage eines Raumflugkörpers, der das Sensorsystem trägt.

Mit der Vorrichtung und dem Verfahren können Bahn und Lage des Raumflugkörpers bzw. Satelliten gleichzeitig mit hoher Genauigkeit erhalten werden.

Durch wechselweise Anpassung der Belichtungs- bzw. Integrationszeit des Sensors bzw. der Bildaufnehmer an die Helligkeit der Sterne und die Helligkeit der Erde können auch Sterne geringer Helligkeit gleichzeitig mit dem Erdrand erfaßt werden. Durch Herausfiltern bzw. Erfassen eines langwelligen Anteils der Strahlung, z. B. mittels Kantenfiltern, wird erreicht, daß der Erdrand besonders gut und stabil erfaßt werden kann. Durch modellbasiertes Tracking des Erdrandes können zusätzliche Freiheitsgrade ermittelt werden.

Weitere Vorteile der Erfindung sind eine geringere Masse bzw. eine mögliche Redundanz, da weitere Geräte, wie beispielsweise Kreisel, die bisher zur Bahn- und Lagebestimmung notwendig waren, eingespart werden können. Es ergibt sich eine vereinfachte Integration und eine inhärente Strahlungsresistenz. Die Bahnbestimmung ist ohne GPS möglich, insbesondere auch für erdnahe und geostationäre Satelliten. Dadurch kann Bordautonomie erreicht werden.

Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- Figur 1 zeigt ein kombiniertes Erd-Sternsensormsystem mit einer gemeinsamen Optik,
- Figur 2 zeigt ein kombiniertes Erd-Sternsensormsystem mit zwei Optiken,
- Figur 3 zeigt eine Anordnung von Bildaufnehmern, und
- Figur 4 zeigt ein Koordinatensystem, dessen Z-Achse zum Erdmittelpunkt gerichtet ist und dessen X-Achse in Richtung der Bahnbewegung zeigt.

Das in Figur 1 gezeigte kombinierte Erd-Sternsensormsystem 1 besteht aus einer gemeinsamen Optik 2, einem Ablenkspiegel 3, Bildaufnehmern 4 und den Fenstern 6 und 7 zur Erd- und Sternenbeobachtung.

Das gezeigte System ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß die Beobachtungsrichtungen zur Erde und zu den Sternen verschieden sind.

Das Sternenlicht gelangt durch das Fenster 6 vorbei an dem kleinen Ablenkspiegel 3 auf die gemeinsame Optik 2 und wird auf die Bildaufnehmer 4 fokussiert. Das Erdlicht gelangt durch das Fenster 7 auf den Ablenkspiegel 3, der es auf die gemeinsame Optik 2 lenkt. Von der gemeinsamen Optik 2 wird es auf die Bildaufnehmer 4 fokussiert. Die Bildaufnehmer 4 sind in Bezug auf die gemeinsame Optik 2 in einer gemeinsamen Fokalebene nach einem bestimmten Muster angeordnet. Figur 3 zeigt beispielsweise eine mögliche Anordnung von vier Bildaufnehmern, mit der die Abdeckung eines großen Sehfeldes mit einer minimalen Anzahl von Bildpunkten gegeben ist. Als Bildaufnehmer können beispielsweise die bekannten CCD-Bauelemente Verwendung finden, es sind aber auch andere Bauelemente, wie z. B. CMOS-Bildaufnehmer einsetzbar.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Bei der Apertur für die Erdbeobachtung handelt es sich um eine kleine Apertur, die vorteilhaft störendes Streulicht der Erde während der Beobachtung von schwach leuchtenden Sternen vermeidet sowie intensives Sonnenlicht dämpft, das manchmal auftritt, wenn die Sonne im Strahlengang zur Erde auftaucht. Das Bild der Erde durch das Fenster 7 und die Bilder der Sterne durch Fenster 8 überlagern sich auf den Bildaufnehmern.

Das Auswertesystem des kombinierten Erd-Sternsensormes 1 kann die Trennung von Erd- und Sternbild z. B. in folgender Weise vornehmen: der Erdrand im Bild wird grob, d.h. nicht subpixelgenau bestimmt, dann wird das Bild der Sterne, die deutlich außerhalb der Erdscheibe liegen, ausgewertet; die Sterne werden dazu mit der Sternkarte verglichen; in der Sternkarte werden die Sterne bestimmt, deren Bild zu nahe am Erdrand liegt, z. B. bis 3 Pixel, und die daher eine genaue Lokalisierung stören würden; der Erdrand wird dann subpixelgenau lokalisiert, wobei Pixel nicht berücksichtigt werden, die zu nahe an störenden Sternen liegen.

Ist der Unterschied der Aperturen groß genug, so stören die Sterne nicht, die durch die Erdapertur beobachtbar sind; ihr Licht wird von der kleineren Apertur zu stark gedämpft. Sonne und Mond müssen allerdings berücksichtigt werden, lassen sich aber durch ihre Flächenausdehnung auf einfache Weise von Sternen unterscheiden.

Alternativ zu dem System mit einer gemeinsamen Optik zeigt Figur 2 ein System mit getrennten Optiken für die Erd- und Sternbeobachtung. Das kombinierte Erd-Sternsensormes 1 besteht in diesem Fall aus einem halbdurchlässigen Strahlteiler 8, einer Optik 9 für die Sternbeobachtung, einer Optik 10 mit ggf.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

einem vorgeschaltetem Ablenkspiegel 11 für die Erdbeobachtung, aus den Fenstern 6 und 7, sowie aus den Bildaufnehmern 4.

Die Optik 10 für die Erdbeobachtung ist direkt im Fenster 7 eingesetzt und bildet die - ggf. über einen äußeren Ablenkspiegel 11 - empfangene Erdstrahlung über den halbdurchlässigen Strahlteiler 8 auf den Bildaufnehmern 4 ab. Die Optik 9 bildet das durch das Fenster 6 empfangene Sternenlicht über den Strahlteiler 8 auf die Bildaufnehmer 4 ab. Figur 2 zeigt die Bildaufnehmer 4 in einer gemeinsamen Fokalebene zum Strahlteiler 8. Die beiden Sensoren können bezüglich ihrer optischen Merkmale zur Kompensation von Intensitätsunterschieden aber auch für unterschiedliche Brennweiten ausgelegt sein und zusätzliche Dämpfungsfilter im Strahlengang aufweisen.

Wie im zu Figur 1 beschriebenen System ist die Apertur für die Erdbeobachtung gedämpft und kleiner als die Apertur für die Sternenbeobachtung, und die Beobachtungsrichtungen zur Erde und zu den Sternen sind verschieden.

Auch durch geeignete Steuerung der Belichtungs- bzw. Integrationszeit kann die unterschiedliche Helligkeit von Sternen und Erde ausgeglichen werden. Dazu wird im Betrieb abwechselnd ein Frame lang und ein Frame kurz belichtet. Mit dem jeweiligen Frame mit relativ langer Belichtungszeit, z. B. 0,1 sec., werden die Sterne optimal erfaßt, während mit dem darauffolgenden Frame mit relativ kurzer Belichtungszeit, z. B. 0,0001 sec., der Erdrand besonders genau erfaßt wird.

Zunächst wird die Sternposition in der Bildebene bestimmt. Anschließend erhält man durch Tracking der erfaßten Sterne die

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Bewegungen $(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt})^T$ der Sterne in der Bildebene. Danach werden die Drehraten $(\omega_x, \omega_y, \omega_z)^T$ durch Lösen zum Beispiel folgender Gleichungen bestimmt:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \frac{xy}{f} \omega_x + (-f - \frac{x^2}{f}) \omega_y + y \omega_z \\ \frac{dy}{dt} &= (f + \frac{y^2}{f}) \omega_x - \frac{xy}{f} \omega_y - x \omega_z,\end{aligned}\tag{1}$$

wobei f die Brennweite des optischen Systems ist. Die Rotationsfreiheitsgrade des Raumflugkörpers können durch Verfolgen von mindestens 2 Sternen (x_i, y_i) in der Bildebene bestimmt werden.

Zur Veranschaulichung der Gleichungen ist in Figur 4 die Bildebene x, y und ein Koordinatensystem gezeigt, wobei sich der Satellit in X -Richtung fortbewegt und die Z -Achse zum Erdmittelpunkt zeigt. Die Drehraten $\omega_x, \omega_y, \omega_z$, geben das Rollen, das Nicken und das Gieren des Satelliten bzw. Raumflugkörpers wieder.

Im nächsten Schritt wird der Erdrand subpixelgenau – nach entsprechender Segmentierung – bestimmt. Dazu wird ein bahnabhängiges Modell der Erde und der Erdatmosphäre an die Intensitätsverteilung in der Bildebene angefitet. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Bild zur subpixelgenauen Sternpositionsbestimmung bereits defokussiert ist (über 2-3 Pixel). Bei der subpixelgenauen Bestimmung erfolgt eine Interpolation zwischen den einzelnen Pixelwerten. Durch die Segmentierung, d. h. durch die Trennung des Bildes nach Erde und Stern, wird eine höhere Genauigkeit erzielt.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Falls die Erde als Ganzes oder als genügend gekrümmtes Kreissegment abgebildet wird, kann der Vektor zum Erdmittelpunkt geschätzt werden.

Nun wird mittels folgender Formel die Bahnbewegung $(v_x, v_y, v_z)^T$ des Satelliten aus der Bildbewegung des Erdrandes $(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt})^T$ ermittelt:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= f/Z^* (-v_x + x v_z) + C_x \\ \frac{dy}{dt} &= f/Z^* (v_y + y v_z) + C_y\end{aligned}\quad (2)$$

Hierbei ist Z die in diesem Fall konstante Entfernung zum Erdhorizont. C_x, C_y sind Konstanten, die von den bekannten Drehraten wie folgt abhängen:

$$\begin{aligned}C_x &= \frac{xy}{f} \omega_x + (-f - \frac{x^2}{f}) \omega_y + y \omega_z \\ C_y &= (f + \frac{y^2}{f}) \omega_x - \frac{xy}{f} \omega_y - x \omega_z.\end{aligned}\quad (3)$$

Wieder genügen zwei Punkte $(x, y)^T$ des Erdrandes, um die Bahnkomponenten zu schätzen. Falls Z unbekannt ist, können die Geschwindigkeiten nur bis auf einen konstanten Faktor bestimmt werden. Bildet sich der Erdrand nur als lineares oder quasilineares Element ab, so enthält (2) nur eine Messung für die Unbekannten v_x, v_y, v_z .

Eine gleichzeitige Bahn- und Lagebestimmung kann also z. B. durch folgende Schritte erfolgen:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- a) Bestimmung der Sternposition in der Fokalebene mittels einem subpixelgenauen Verfahren wie z. B. Centroiding;
- b) Bestimmung der Drehraten durch Tracking der Flächenschwerpunkte der Sterne und Invertieren der Abbildungsgleichungen;
- c) Bestimmung des Erdrandes durch modellgestützte subpixelgenaue Bildverarbeitungsverfahren;
- d) Schätzen des Erdmittelpunktes aus dem Bild des Erdrandes, soweit möglich;
- e) Modellbasiertes Tracking des Erdrandes, um zusätzliche Freiheitsgrade zu gewinnen

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Patentansprüche

1. Kombiniertes Erd-Sternsensordsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum, **dadurch gekennzeichnet**, daß das kombinierte Erd-Sternsensordsystem (1) getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer (4) für den Erd- und den Sternsensor aufweist. *dad das Sensordsystem Mittel zur variablen Steuerung der Belichtungszeit in Abhängigkeit von der Helligkeit der Erde und der zu beobachtenden Sterne aufweist*
2. Sensordsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Erd-Sternsensordsystem (1) eine gemeinsame Optik (2) für die Erd- und Sternbeobachtung und einen Ablenkspiegel (3) zur Umlenkung des seitlich eintretenden Erdlichtes auf die gemeinsame Optik (2) aufweist.
3. Sensordsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Erd-Sternsensordsystem (1) eine Optik (9) für die Sternbeobachtung, eine Optik (10) für die Erdbeobachtung und einen halbdurchlässigen Strahlenteiler (8) zur Umlenkung des seitlich eintretenden Erdlichtes und Transferierung des in Längsrichtung eintretenden Sternenlichtes auf die Bildaufnehmer (4) aufweist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Apertur für das Erdlicht erheblich kleiner ist als die Apertur für das Sternenlicht.
5. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswertesystem des Sensorsystems mit Hilfe eines Sternkatalogs oder ähnlichem Vorwissen diejenigen Stellen im Bild außer acht läßt, an denen sich das Bild des Erdrandes mit Bildern von Sternen überlagert und damit Störeinflüsse auf die Genauigkeit der Erdrandbestimmung im Bild eliminiert.
6. Verfahren zur gleichzeitigen Bahn- und Lagebestimmung eines Raumflugkörpers, gekennzeichnet durch die Schritte:
 - Gleichzeitiges Abbilden von Sternen und Erdrand in einer Fokalebene eines Sensorsystems;
 - Bestimmen der Sternposition in der Fokalebene;
 - Bestimmen des Erdrandes durch Bildverarbeitung;
 - Bestimmen von Drehraten des Sensorsystems aus der Bewegung des Sternbildes in der Fokalebene;
 - Berechnen von Bahn und/oder Lage eines Raumflugkörpers, der das Sensorsystem trägt. + A 10
7. Verfahren nach Anspruch 6, weiterhin gekennzeichnet durch modellbasiertes Tracking des Erdrandes.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein langwelliger Teil der Strahlung herausgefiltert und zur Bestimmung des Erdrandes verwendet wird.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Erdrand durch Anfitten von Erdmodellen bestimmt wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Belichtung- oder Integrationszeit wechselweise an die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepaßt wird.
- 7
→ 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zusammenfassung

Ein kombiniertes Erd-Sternsensordsystem (1) zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum hat getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer (4) für den Erd- und den Sternsensor. Es kann eine gemeinsame Optik (2) für die Erd- und Sternbeobachtung und ein Ablenkspiegel (3) zur Umleitung des seitlich eintretenden Erdlichts auf die gemeinsame Optik (2) vorgesehen sein. In einer Fokalebene befindet sich ein Fokalebenenensensor mit einem Array von Bildaufnehmern (4), wobei die Integrationszeit steuerbar ist. Eine Auswerteeinheit ermittelt aus der Position und Bewegung der Sterne und des Erdrandes in der Fokalebene Bahn und Lage des Raumflugkörpers.

Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

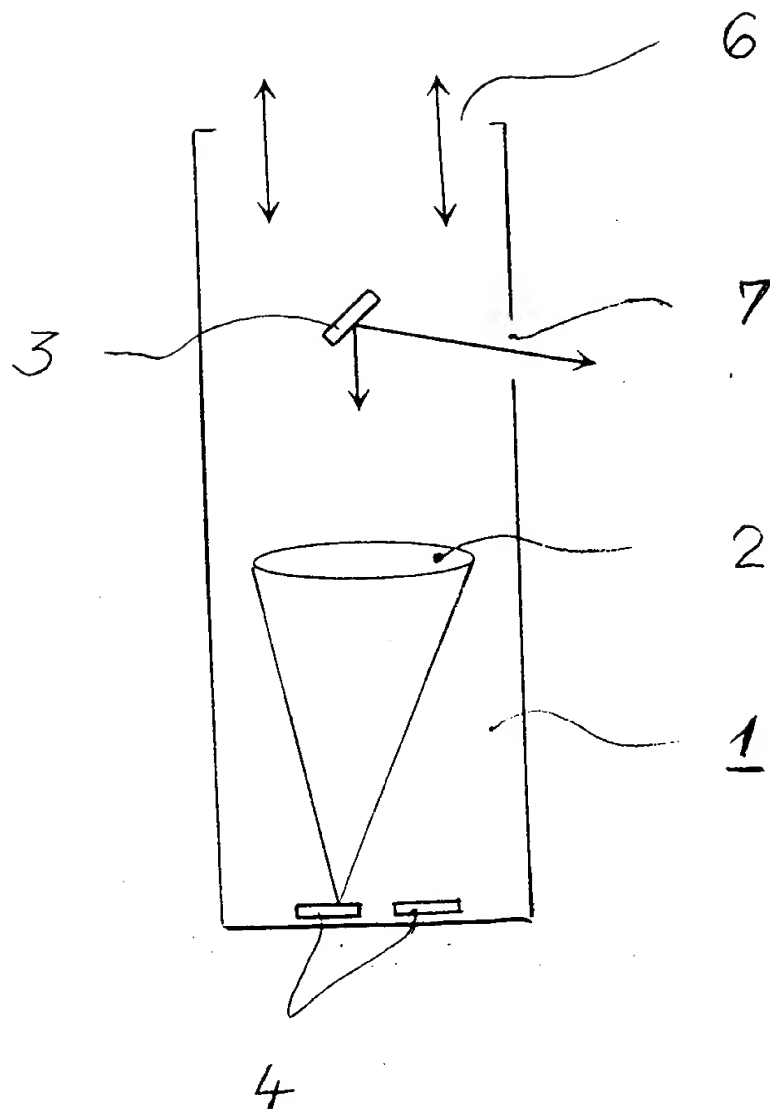
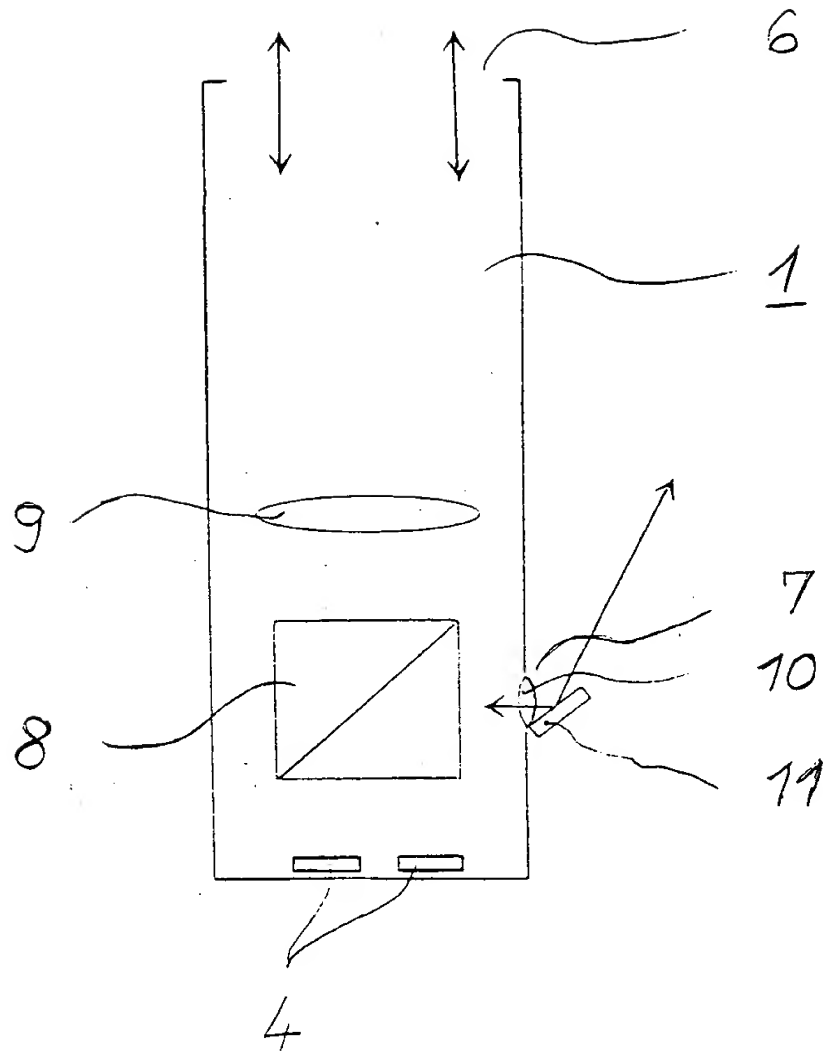


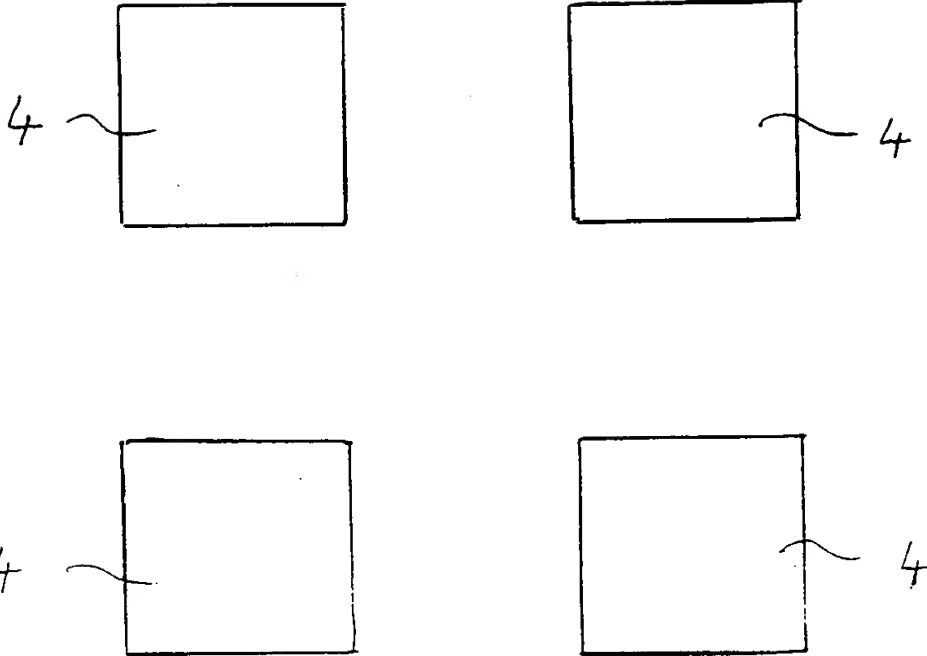
Fig. 1

JC08 Rec'd PCT/PTO 09 APR 2001

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 3

JC08 Rec

T/PTO

0 9 APR 2001

THIS PAGE BLANK (USPTO)

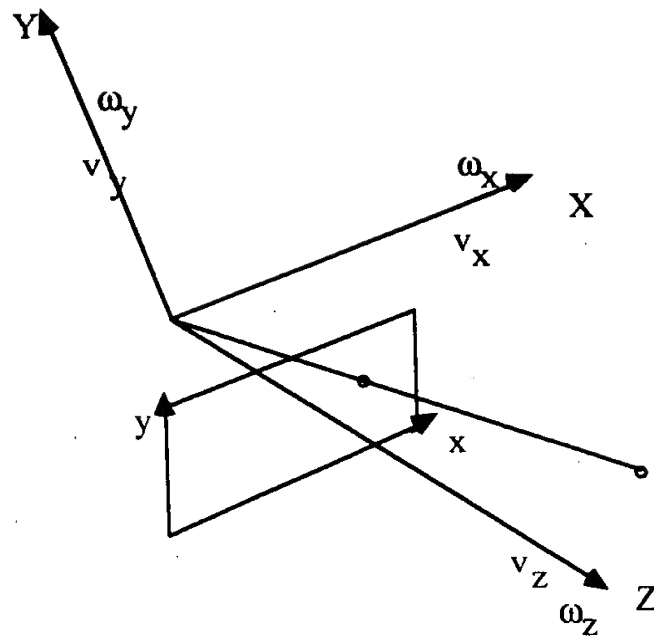


Fig. 4

JC08 Rec'd PCT/PTO 09 APR 2001

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 12228 PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 99/ 03204	Internationales Anmeldedatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> 05/10/1999	(Frühestes) Prioritätsdatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> 09/10/1998
Anmelder DAIMLERCHRYSLER AG et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

T/DE 99/03204

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01C21/02 B64G1/36 G01S3/786 G05D1/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01C B64G G01S G05D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 189 295 A (FALBEL GERALD) 23. Februar 1993 (1993-02-23) das ganze Dokument	1-4, 6
A	EP 0 589 387 A (HONEYWELL INC) 30. März 1994 (1994-03-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1, 6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. März 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoekstra, F

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

CT/DE 99/03204

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5189295	A	23-02-1993	NONE	
EP 0589387	A	30-03-1994	US 5319968 A	14-06-1994
			US 5319969 A	14-06-1994
			DE 69309378 D	07-05-1997
			DE 69309378 T	18-09-1997

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 12228 PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03204	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 05/10/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 09/10/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01C21/02		
Anmelder DAIMLERCHRYSLER AG et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 6 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 14/04/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 10. 11. 00
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Springer, O Tel. Nr. +49 89 2399 2619 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

5-10 ursprüngliche Fassung

1-4 eingegangen am 26/10/2000 mit Schreiben vom 25/10/2000

Patentansprüche, Nr.:

1-9 eingegangen am 26/10/2000 mit Schreiben vom 25/10/2000

Zeichnungen, Blätter:

1/4-4/4 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen Behörde in der Sprache: , zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, dass das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, dass die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03204

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☒ Ansprüche, Nr.: 10
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**Zu Punkt V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit,
der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit;
Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung:**

1. Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum.

2. Unabhängige Ansprüche: Ansprüche 1 (Vorrichtung) und 5 (Verfahren).

3. Stand der Technik:

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: US-A-5 189 295; GERALD FALBEL; 23. Februar 1993

D2: EP-A-0 589 387; HONEYWELL INC.; 30. März 1994

Dokument D1, welches als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, beschreibt ein kombiniertes Erd-Sternsensordsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten (siehe den Titel und Spalte 1, Zeilen 6-9). Das Sensordsystem besitzt eine gemeinsamen Bildaufnehmer (Videokamera 10) zur gleichzeitigen Abbildung von Sternen und dem Erdrand, jedoch getrennte Aperturen (Lochblende 11 und eine durch den Spiegel 18 begrenzte Blende) und unterschiedliche Beobachtungsrichtungen für die Erd- bzw. Sternbeobachtung. Die Erde wird dabei teilweise durch eine Blende abgeschattet, um die Erfassung des Polarsternes zu ermöglichen. Aus den gemessenen Daten werden die Sternposition und der Erdrand bestimmt und daraus die Drehrate und die Bahn des Satelliten (siehe z.B. Sp. 2, Z. 23 bis Sp. 3, Z. 56 und Fig. 1). Dokument D2 offenbart ebenfalls ein kombiniertes Erd-Sternsensordsystem, welches über eine einzige Optik (Weitwinkelsystem mit Spiegelsystem) sowohl die Stern- als auch die Erdbeobachtung im UV-Bereich durchführt.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4. Neuheit - Artikel 33(2) PCT

4.1 Unabhängige Ansprüche 1 und 5:

Der Gegenstand der unabhängigen Ansprüche 1 und 5 unterscheidet sich von dem nach Dokument D1 dadurch, daß das Sensorsystem Mittel zur variablen Steuerung der Belichtungszeit in Abhängigkeit von der Helligkeit der Erde und der zu beobachtenden Sterne aufweist und die Belichtungs- oder Integrationszeit des Sensorsystems wechselweise an die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepasst wird. Somit ist der Gegenstand der Ansprüche 1 und 5 neu gegenüber Dokument D1. Dokument D2 ist weniger relevant.

5. Erfinderische Tätigkeit - Artikel 33(3) PCT

5.1 Unabhängige Ansprüche 1 und 5:

Durch die Verwendung einer variablen Belichtungssteuerung mit wechselweiser Anpassung der Belichtungs- oder Integrationszeit wird die objektive technische Aufgabe gelöst, eine exakte Trennung der aufgenommenen Bilder von Erde und Sternen zu erreichen. Damit wird die Auswahl der geeigneten zu beobachtenden Sterne nicht eingeschränkt und auch eine erhöhte Genauigkeit erreicht. Solch eine variable Belichtungssteuerung ist aus dem zitierten Stand der Technik weder bekannt noch nahegelegt. Die Anforderungen an Artikel 33(3) PCT sind somit erfüllt.

5.2 Abhängige Ansprüche 2 bis 4 und 6 bis 9:

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 4 und 6 bis 9 betreffen zusätzliche Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 bzw. 5, auf die sie sich beziehen, und werden aus diesem Grund für neu und erfinderisch angesehen.

6. Industrielle Anwendbarkeit - Artikel 33(4) PCT

Die in den Ansprüchen 1 bis 9 beanspruchte Erfindung ist industriell anwendbar auf dem Gebiet der dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt VII: Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Die neueingereichte Beschreibungsseite 1 weist einen Fehler im Satzbau auf. Ein Teil des Wortes "*Qualität*" findet sich am Ende des zweiten Absatzes, ein weiterer Teil zu Beginn des dritten Absatzes.

Auf der Beschreibungsseite 6, erster Absatz wurde ein falsches Referenzzeichen (8) für das Merkmal "*Fenster*" angegeben. Richtig wäre das Referenzzeichen (6) gewesen.

Auch beim neueingereichten Anspruch 5 fehlt ein Teil des ursprünglichen Wortlauts. Das Merkmal "*Bestimmen von Drehraten des Sensorsystems aus der Bewegung des Sternbildes in der Fokalebene*" des ursprünglichen Anspruchs 6 ist nur unvollständig wiedergegeben: "*Sternbildes in der Fokalebene*".

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Kombiniertes Erd-Sternsensormsystem und Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung von Raumflugk6rpern

Die Erfindung betrifft ein kombiniertes Erd-Sternsensormsystem zur dreiachsi-
5 gen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum, sowie ein Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung von Raumflugk6rpern.

Bisher werden f6r Satelliten mit Erdorientierung Infrarotsensoren zur Bestimmung von Roll- und Nickwinkel und Sonnensensoren zur Bestimmung des Gierwinkels des Satelliten verwendet. Nachteile dieser L6sung sind der hohe
10 Aufwand durch die Verwendung einer Anordnung mehrerer Sonnensensork6pfe, sowie der Wegfall der Gierreferenz bei Ko-Linearit6t von Erde und Sonne. Dar6ber hinaus ist zur Auswertung zus6tzlich die genaue Kenntnis der Position des Satelliten auf seiner Umlaufbahn erforderlich. Weiterhin beeinflussen Fehler zwischen den Messachsen von Sonnen- und Erdsensoren die z.B.
15 durch Ungenauigkeiten beim Einbau oder durch thermische Beeinflussung verursacht werden, erheblich die Q6t der Messung.

Bekannte Sternsensoren liefern eineualit Drei-Achsen-Lagereferenz in einem Inertialsystem. Zur Erdausrichtung ist auch hier die genaue Kenntnis der Satellitenposition erforderlich. F6r derartige Sternsensoren werden heute CCDs
20 verwendet. Wegen ihrer mangelnden Strahlungsfestigkeit ist ihre Verwendung in Bahnen mit hoher Strahlungsbelastung, z.B. f6r geosynchrone Missionen, nicht geeignet.

Aus der EP 0 589 387 A 1 ist ein kombiniertes Erd-Sternsensormsystem bekannt, das 6ber eine einzige Optik sowohl die Stern- als auch die Erdbeobachtung im
25 UV-Bereich ausf6hrt. Zur Durchf6hrung der gemeinsamen Beobachtung ist die Optik als ein Weitwinkel-System mit einem Spiegelsystem ausgebildet. Mit dem bekannten System k6nnen wegen den 6bereinstimmenden Beobachtungsrichtungen bei der Erd- und bei der Sternbeobachtung nur erdnahe Ster-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ne und wegen der gleichzeitigen Auslegung des Sensors auf die starke Erdstrahlung nur Sterne mit hoher Intensität zur Lagebestimmung beobachtet werden.

5 Aus US 5,189,295 ist ein kombiniertes Erd-Sternsensordsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum bekannt, wobei das kombinierte Erd-Sternsensordsystem getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer für den Erd- und den Sternsensor aufweist. Die Erde wird dabei teilweise durch eine Blende abgeschattet, um eine Erfassung des Polarsternes zu ermöglichen. Problematisch ist dabei
10 jedoch, dass nur eine unzureichende Berücksichtigung der unterschiedlichen Helligkeiten von Erde und Sternen erfolgt, weshalb eine ausreichend exakte Erfassung von Erde und Sterne nicht gewährleistet ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein kombiniertes Erd-Sternsensordsystem zu schaffen, das bezüglich der Auswahl der geeigneten zu beobachtenden Sterne
15 nicht eingeschränkt und kostengünstig herstellbar ist und eine optimale Erfassung der zu beobachtenden Sterne und der Erde erlaubt. Weiterhin soll ein Verfahren zur Bahn- und Lagebestimmung eines Raumflugkörpers angegeben werden, das eine erhöhte Genauigkeit aufweist, eine optimale Erfassung der zu beobachtenden Sterne und der Erde erlaubt und Bordautonomie ermöglicht.

20 Diese Aufgabe wird gelöst durch das kombinierte Erd-Sternsensordsystem gemäß Patentanspruch 1 und das Verfahren gemäß Patentanspruch 5. Weitere vorteilhafte Merkmale, Aspekte und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Das erfindungsgemäße kombinierte Erd-Sternsensordsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum hat getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer für den Erd- und den Sternsensor. Der Sensor erlaubt dabei eine variable Steuerung der Belichtungszeit, so dass die Integration auf die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepasst werden kann. Vorzugsweise
30 wird abwechselnd immer ein Frame lang und ein Frame kurz belichtet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Durch die erfindungsgemäße Beobachtung der Erde und Sterne mit verschiedenen Aperturen können auch Sterne der Magnitude 5 bei der Beobachtung berücksichtigt werden. Der erhebliche Intensitätsunterschied dieser Sterne zur Erdstrahlung kann durch eine unterschiedliche Gestaltung der Apertur und
5 Filterung aufgefangen werden. Trotz gleichzeitiger Beobachtung der Erde wird bei Verwendung von zwei Aperturen die Detektion der Sterne nicht durch das Streulicht der Erde beeinflusst. Der einfache Aufbau des erfindungsgemäßen Systems lässt hohe Lichtstärken bei geringen Kosten zu. Eine hohe Lichtstärke gestattet die Verwendung kostengünstiger CMOS-Bildaufnehmer.

- 10 Die CMOS-Bildaufnehmer bilden bevorzugt ein CMOS-Focal Plane Array als Fokalebenensensor mit einem Dynamikbereich von bis zu $1: 10^6$. Er erlaubt eine variable Steuerung der Belichtungszeit, so dass die Integration auf die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepasst werden kann.

- 15 Durch eine alternativ vorgeschlagene Verwendung von zwei verschiedenen Optiken statt einer gemeinsamen Optik können die zur Detektion verwendeten Wellenlängenbereiche unabhängig voneinander optimiert werden.

- 20 Das erfindungsgemäße, integrierte Sensorensystem ermöglicht die Bestimmung von drei Lagewinkeln, drei Winkelgeschwindigkeiten und der Position des Raumflugkörpers. Durch Softwaresteuerung können verschiedene Bahnen wie geosynchrone Bahnen, Transferbahnen, sowie niedrige, mittlere und elliptische Bahnen abgedeckt werden.

GEÄNDERTES BLATT

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte:

5 Gleichzeitiges Abbilden von Sternen und Erdrand in einer Fokalebene eines Sensorsystems, Bestimmen der Sternposition in der Fokalebene, Bestimmen des Erdrandes durch Bildverarbeitung, Bestimmen von Drehraten des Sensorsystems aus der Bewegung des Sternenbildes in der Fokalebene und Berechnen von Bahn und/ oder Lage eines Raumflugkörpers, der das Sensorsystem trägt. Durch wechselweise Anpassung der Belichtungs- bzw. Integrationszeit des Sensors bzw. der Bildaufnehmer an die Helligkeit der Sterne und die Helligkeit der Erde können auch Sterne geringer Helligkeit gleichzeitig mit dem
10 Erdrand erfasst werden.

Mit der Vorrichtung und dem Verfahren können Bahn und Lage des Raumflugkörpers bzw. Satelliten gleichzeitig mit hoher Genauigkeit erhalten werden.

15 Durch Herausfiltern bzw. Erfassen eines langwelligen Anteils der Strahlung, z.B. mittels Kantenfiltern, wird erreicht, dass der Erdrand besonders gut und stabil erfasst werden kann. Durch modellbasiertes Tracking des Erdrandes können zusätzliche Freiheitsgrade ermittelt werden.

20 Weitere Vorteile der Erfindung sind eine geringere Masse bzw. eine mögliche Redundanz, da weitere Geräte, wie beispielsweise Kreisel, die bisher zur Bahn- und Lagebestimmung notwendig waren, eingespart werden können. Es ergibt sich eine vereinfachte Integration und eine inhärente Strahlungsresistenz. Die Bahnbestimmung ist ohne GPS möglich, insbesondere auch für erdnahe und geostationäre Satelliten. Dadurch kann Bordautonomie erreicht werden.

25 Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

GEÄNDERTES BLATT

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Patentansprüche

1. Kombiniertes Erd-Sternsensordsystem zur dreiachsigen Lagebestimmung von Satelliten im Weltraum, wobei das kombinierte Erd-Sternsensordsystem (1) getrennte Aperturen mit unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen und gemeinsame Bildaufnehmer (4) für den Erd- und den Sternsensor aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensorsystem Mittel zur variablen Steuerung der Belichtungszeit in Abhängigkeit von der Helligkeit der Erde und der zu beobachtenden Sterne aufweist.
- 10 2. Sensorsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erd-Sternsensordsystem (1) eine gemeinsame Optik (2) für die Erd- und Sternbeobachtung und einen Ablenkspiegel (3) zur Umlenkung des seitlich eintretenden Erdlichtes auf die gemeinsame Optik (2) aufweist.
- 15 3. Sensorsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erd-Sternsensordsystem (1) eine Optik (9) für die Sternbeobachtung, eine Optik (10) für die Erdbeobachtung und einen halbdurchlässigen Strahlenteiler (8) zur Umlenkung des seitlich eintretenden Erdlichtes und Transferierung des in Längsrichtung eintretenden Sternenlichtes auf die Bildaufnehmer (4) aufweist.
- 20 4. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Apertur für das Erdlicht erheblich kleiner ist als die Apertur für das Sternenlicht.
5. Verfahren zur gleichzeitigen Bahn- und Lagebestimmung eines Raumflugkörpers, **gekennzeichnet** durch die Schritte:
 - 25 - Gleichzeitiges Abbilden von Sternen und Erdrand in einer Fokalebene eines Sensorsystems,

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- Bestimmen der Sternposition in der Fokalebene,
- Bestimmen des Erdrandes durch Bildverarbeitung,
Sternbildes in der Fokalebene,
- Berechnen von Bahn und/oder Lage eines Raumflugkörpers, der das
5 Sensorsystem trägt,

dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungs- oder Integrationszeit des Sensorsystems wechselweise an die unterschiedlichen Helligkeiten von Sternen und Erde angepasst wird.

- 10 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auswertesystem des Sensorsystems mit Hilfe eines Sternkatalogs oder ähnlichem Vorwissen diejenigen Stellen im Bild außer acht lässt, an denen sich das Bild des Erdrandes mit Bildern von Sternen überlagert und damit Störeinflüsse auf die Genauigkeit der Erdrandbestimmung im Bild eliminiert.

- 15 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, weiterhin **gekennzeichnet** durch modellbasiertes Tracking des Erdrandes.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein langwelliger Teil der Strahlung herausgefiltert und zur Bestimmung des Erdrandes verwendet wird.

- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Erdrand durch Anfitzen von Erdmodellen bestimmt wird.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 12228 PCT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE99/03204	International filing date (day/month/year) 05 October 1999 (05.10.99)	Priority date (day/month/year) 09 October 1998 (09.10.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01C 21/02		
Applicant ASTRIUM GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 6 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 14 April 2000 (14.04.00)	Date of completion of this report 10 November 2000 (10.11.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RECEIVED
JUL 31 2001
PCT INITIAL PROCESSING

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE99/03204

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages 5-10, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages 1-4, filed with the letter of 25 October 2000 (25.10.2000)
- ☒ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages 1-9, filed with the letter of 25 October 2000 (25.10.2000)
- ☒ the drawings:
pages 1/4-4/4, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☒ the claims, Nos. 10
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 99/03204

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. **Technical field:**

The invention relates to a device and a process for the triaxial determination of the position of satellites in space.

2. **Independent claims:** Claims 1 (device) and 5 (process).3. **Prior art:**

Reference is made to the following documents:

D1: US-A-5 189 295; GERALD FALBEL; 23 February 1993

D2: EP-A-0 589 387; HONEYWELL INC.; 30 March 1994.

Document D1 is considered to be the closest prior art and describes a combined earth-star sensor system for the triaxial determination of the position of satellites; see the title and column 1, lines 6-9. Said sensor system comprises a common video camera (10) for displaying the stars and the earth's periphery at the same time, and yet separate apertures (pinhole aperture (11) and an aperture limited by the mirror (18)) and different directions for observing the earth and the stars. The earth is

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- partially obscured by a mask so as to permit detection of Polaris. The measured data is used to determine the position of the stars and the earth's periphery which are used to determine the rate of rotation and the path of the satellite; see, for example, column 2, line 23 to column 3, line 56 and Figure 1. Document D2 likewise discloses a combined earth-star sensor system which uses a single optical system (wide-angle system with mirror system) to observe both the stars and the earth in the UV range.

4. Novelty - PCT Article 33(2)

4.1. Independent Claims 1 and 5:

The subject matter of independent Claims 1 and 5 differs from that of document D1 in that the sensor system comprises means for variably controlling the light exposure time depending on the brightness of the earth and the stars to be observed and, furthermore, in that the light exposure or integration time of the sensor system is adapted alternately to the different degrees of brightness of the stars and the earth. Consequently, the subject matter of Claims 1 and 5 is novel over document D1. Document D2 is less relevant.

5. Inventive step - PCT Article 33(3)

5.1. Independent Claims 1 and 5:

The use of a variable light exposure control together with an alternate adaptation of the light exposure or integration time solves the objective technical problem, namely to achieve an exact separation of the recorded images of the earth and

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the stars. As a result, the selection of the suitable stars to be observed is not restricted and high accuracy is also achieved. The cited prior art does not disclose or suggest a variable light exposure control of this type. The requirements of PCT Article 33(3) are therefore met.

5.2. Dependent Claims 2 to 4 and 6 to 9:

Dependent Claims 2 to 4 and 6 to 9 relate to additional features of independent Claims 1 and 5, to which they refer back, and are therefore considered to be novel and inventive.

6. Industrial applicability - PCT Article 33(4)

The invention claimed in Claims 1 to 9 is industrially applicable in the field of the triaxial determination of the position of satellites in space.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The newly-filed page 1 of the description has an error in the sentence construction. Part of the word "quality" can be found at the end of the second paragraph and another part can be found at the beginning of the third paragraph.

An incorrect reference sign (8) for the feature "window" has been indicated in the first paragraph on page 6 of the description. The reference sign (6) would have been correct.

Part of the original wording is lacking in the newly-filed Claim 5. The feature "*determination of rates of rotation of the sensor system from the movement of the star image in the focal plane*" in the original Claim 6 is repeated only incompletely: "*star image in the focal plane*".

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

DAIMLERCHRYSLER AG
Intellectual Property Management
FTP/M
Postfach 80 04 65
D-81663 München
ALLEMAGNE

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNGSBERICHTS
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum
(Tag/Monat/Jahr)

10.11.00

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts
12228 PCT

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE99/03204

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)
05/10/1999

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
09/10/1998

Anmelder

DAIMLERCHRYSLER AG et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

→ nat. Phasen einleiten
TA 14.11.00

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt
D-80298 München
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

De Caemel, J-M

Tel. +49 89 2399-2557



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all)⁶

According to International Patent classification (IPC) or to both National Classification and

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched⁷

Classification System

Classification Symbols

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the extent that such Documents are included in the Fields Searched⁸

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT⁹

Category ¹⁰	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No ¹³

• Special categories of cited documents : ¹⁰

- "A" Document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" Later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report
International Searching Authority	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

09/807158

12228 PCT

JC08 Rec'd PCT/PTO

09 APR 2001

A combined earth-star sensor system and a method for determining the orbit and attitude of space vehicles

The invention relates to a combined earth-star sensor system for three-axis attitude determination of satellites in space, as well as a method for determining the orbit and attitude of space vehicles.

For earth-oriented satellites, infrared sensors are presently used to determine roll and pitch angles, while solar sensors are used to determine the yaw angle of the satellite. This solution is associated with the disadvantage of the arrangement of several solar sensor heads used being very expensive, and of the lack of any yaw reference in the case of co-linearity of the earth and the sun. Furthermore, evaluation additionally requires an exact knowledge of the attitude of the satellite on its orbit. Moreover, errors between the measuring axes of solar sensors and earth sensors, e.g. caused by inaccuracies during installation or as a result of thermal influence, can significantly degrade the quality of measurements.

Known star sensors provide a three-axis attitude reference in an inertial system. Here too, earth alignment requires an exact knowledge of the satellite attitude. At present, CCDs are used for such star sensors. Due to their lack of radiation resistance, they are not suitable for use in orbits with substantial radiation load, e.g. for use in geosynchronous missions.

From EP 0 589 387 A1 a combined earth-star sensor system is known which uses a single optical arrangement to carry out both star observation and earth observation in the UV range. To carry out common observation, the optical arrangement comprises a wide-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 2 -

angle system incorporating a mirror system. Due to the coinciding directions of observation for earth observation and star observation, the known system is only able to observe stars in proximity to the earth; and due to the sensor being designed with the strong earth radiation in mind, for attitude determination the known system is only able to observe stars of high intensity.

It is thus the object of the invention to provide a combined earth-star sensor system which is not limited in regard to the selection of stars suitable for observation, and which can be produced economically. Furthermore, it is the object of the invention to provide a method for determining the orbit and attitude of a space vehicle, said method being more accurate and allowing independent on-board operation.

This object is met by the combined earth-star sensor system according to claim 1 and the method according to claim 5. Further advantageous characteristics, aspects and details of the invention are provided in the dependent claims, the description and the drawings.

The combined earth-star sensor system according to the invention, for three-axis attitude determination of satellites in space comprises separate apertures with different directions of observation and common image pickup devices for the earth sensor and the star sensor.

Observation according to the invention, of the earth and the stars with different apertures makes it possible to observe stars of magnitude 5 to 0. The considerable difference in the intensity of radiation of these stars when compared to earth radiation, can be absorbed by different aperture design and filtering. In

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 3 -

spite of concurrent observation of the earth, the detection of the stars is not influenced by the scattered light from the earth, if two apertures are used. The simple design of the system according to the invention can cope with high light intensities while keeping costs low. High light intensity allows the use of economical CMOS image pickup devices.

Preferably the CMOS image pickup devices form a CMOS focal plane array as a focal plane sensor with a dynamic range of up to $1:10^6$. It makes possible variable control of the exposure time, so that integration can be adapted to the difference in brightness of the stars and the earth.

By using an alternative proposal of two different optical arrangements instead of a common optical arrangement, the wavelength bands used for detection can be optimised independently of each other.

The integrated sensor system according to the invention makes it possible to determine three attitude angles, three angle speeds, and the attitude of the space vehicle. Software control makes it possible to cover different orbits such as geosynchronous orbits, transfer orbits as well as low, middle and elliptical orbits.

Furthermore, the sensor makes possible variable control of the exposure time so that integration can be adapted to the difference in brightness of the stars and the earth. Preferably, exposure is always in turn, one frame long and one frame short.

The method according to the invention comprises the following steps:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 4 -

simultaneous imaging of stars and rim of the earth in one focal plan of a sensor system; determining the star attitude in the focal plane; determining the rim of the earth by image processing; determining rates of rotation of the sensor system from the movement of the star image in the focal plane; and calculating the orbit and/or attitude of a space vehicle which carries the sensor system.

With the device and the method, highly accurate information on the orbit and the attitude of the space vehicle or satellite can be obtained concurrently.

By alternate adaptation of the exposure time or the integration time of the sensor or of the image pickup device, to the brightness of the stars and the brightness of the earth, even stars which are less bright can be acquired concurrently with the rim of the earth. By filtering out or acquiring a long-wave fraction of the radiation, e.g. by means of edge filters, the rim of the earth can be acquired particularly well and with particularly good stability. Additional degrees of freedom can be determined by model-based tracking of the rim of the earth.

Further advantages of the invention include a lower mass or possible redundancy because there is no need for further equipment such as for example gyros which were hitherto required for determining the orbit and the attitude. This results in simplified integration and inherent radiation resistance. Orbit determination is possible without the use of GPS, in particular also for near earth and geostationary satellites. In this way, independent on-board operation can be achieved.

Below, embodiments of the invention are explained in more detail by means of the drawing.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

12228 PCT

CLAIMS

1. A combined earth-star sensor system for three-axis attitude determination of satellites in space, characterised in that the combined earth-star sensor system (1) comprises separate apertures with different directions of observation and common image pickup devices (4) for the earth sensor and the star sensor.
2. The sensor system according to claim 1, characterised in that the earth-star sensor system (1) comprises a common optical arrangement (2) for earth observation and star observation, and a deflection mirror (3) for deviation of the laterally entering light from the earth, to the common optical arrangement (2).
3. The sensor system according to claim 1, characterised in that the earth-star sensor system (1) comprises an optical arrangement (9) for star observation, an optical arrangement (10) for earth observation and a semitranslucent beam splitter (8) for deviating the laterally entering light from the earth and transferring the starlight which enters in longitudinal direction, to the image pickup devices (4).
4. The sensor system according to one of claims 1 to 3, characterised in that the aperture for the light from the earth is considerably smaller than the aperture for the starlight.
5. The sensor system according to one of claims 1 to 4, characterised in that the evaluation system of the sensor system by means of a star catalogue or similar prior knowledge disregards those areas in

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 2 -

the image where the image of the rim of the earth and images of stars are superimposed, thus eliminating influences of interference concerning the accuracy of determining the rim of the earth in the image.

6. A method for simultaneous orbit determination and attitude determination of a space vehicle, characterised by the steps:

- Simultaneous imaging of stars and the rim of the earth in one focal plane of a sensor system;

Determining the star attitude in the focal plane;

- Determining the rim of the earth by image processing;

- Determining the rates of rotation of the sensor system from the movement of the star image in the focal plane; and

- Calculating the orbit and/or attitude of a space vehicle carrying the sensor system.

7. The method according to claim 6, further characterised by model-based tracking of the rim of the earth.

8. The method according to claim 6 or 7, characterised in that a long-wave fraction of the radiation is filtered out and used for determining the rim of the earth.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 3 -

9. The method according to one of claims 6 to 8, characterised in that the rim of the earth is determined by fitting earth models.
10. The method according to one of claims 6 to 9, characterised in that exposure time or integration time is adapted in turn to the difference in brightness of the stars and of the earth.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

12228 PCT

ABSTRACT

A combined earth-star sensor system (1) for three-axis attitude determination of satellites in space comprises separate apertures with different directions of observation and common image pickup devices (4) for the earth sensor and the star sensor. A common optical arrangement (2) for earth observation and star observation, and a deflection mirror (3) for deviation of the laterally entering light from the earth, to the common optical arrangement (2) may be provided. In one focal plane there is a focal plane sensor with an array of image pickup devices (4) with the integration time being controllable. An evaluation unit determines the orbit and the attitude of the space vehicle from the attitude and movement of the stars and of the rim of the earth in the focal plane.

Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)